

synagri.com



Fertilisation des légumes frais de plein champ









Guide pratique 2008



Édito



Thierry Merret,
Président de la commission régionale "agronomie légumes frais".

Ce guide pratique a comme objectif de synthétiser l'ensemble des références sur la fertilisation des légumes frais. Les références anciennes ou récemment produites ont été obtenues par les stations expérimentales du Cerafel et les réseaux de parcelles des Chambres d'agriculture de Bretagne qui travaillent de concert.

Nous souhaitons que ce guide précise pour chaque producteur, selon son contexte, la meilleure fertilisation à appliquer afin de garantir la qualité des légumes dans le respect de l'environnement et ce, en privilégiant les apports organiques nécessaires au bon entretien de la structure des sols.

Rappelons que les apports de matières fertilisantes doivent toujours se faire de façon raisonnée afin de limiter les pertes par lessivage, tout en assurant à la plante une alimentation optimale.

Ce document est à consulter en particulier lors de la réalisation des plans de fumure prévisionnels.

Il complète la brochure "l'agronomie et la fertilisation des cultures légumières" de janvier 2002.

Bonne lecture

Responsable de la publication : Louis Jestin
Conception et coordination : Bertrand Decoopman, Louis Le Roux, Jean Luc Péden,
Equipe projet de rédaction : Jean Philippe Calmet, Loïc Cochard, Bertrand Decoopman, Jean Grall,
Jean-Jo Habasque, et les équipes "légumes" des Chambres d'agriculture : 22, 29, 35 et 56.
Maquette : Agence Agrimages, 02 98 79 81 00.
Photos : Chambres d'agriculture de Bretagne, CERAFEL, CATE.
N° ISBN : 2-9515056-5-5
Dépôt Légal : juillet 2008
Document édité par le Comité de Développement de Zone Légumière du Nord-Finistère.
Contact commande : 02 98 69 17 46
Prix : 20 € TTC l'unité sans le port. Pour des commandes groupées, nous contacter.

Sommaire

Fertilisation et réglementation

Le raisonnement azote

Les fiches cultures

Le PPF pratique

Autres informations utiles

Quand économie et réglementation environnementale se rejoignent

Raisonner la fertilisation permet des économies non négligeables.

Juin 2008, l'unité d'azote est à plus de 1,3 €. A ce prix, 50 unités d'azote lessivées, c'est 65 € de perdus à l'hectare pour le revenu de l'agriculteur.

Par ailleurs, sur-fertiliser en azote c'est, dans bien des cas, perdre de la qualité, diminuer la capacité du légume à se conserver et favoriser les maladies.

La directive nitrate III de l'été 2005

- Obligation de respecter l'équilibre de la fertilisation azotée en prenant en compte les fournitures du sol.
- Obligation de remplir tous les ans, avant le 31 mars, un Plan Prévisionnel de Fumure (PPF) (inscrire la fertilisation prévue parcelle par parcelle) ainsi qu'un cahier de fertilisation (noter les apports réalisés au plus tard un mois après la réalisation).
- Interdiction d'épandre des fertilisants azotés à certaines dates.
- Obligation de respecter une distance minimale d'épandage, en particulier par rapport aux berges des cours d'eau.
- Limitation des apports de déjections azotées à 170 unités N organique sur les hectares épandables.

Pour les Bassins Versants en ZAC (zone d'action complémentaire), le seuil maximum d'apport d'N total (organique + minéral) de 210 unités/ha/an doit être respecté (sauf BV contentieux, où le seuil est à 170 unités/ha/an pour les cultures légumières).

Le PPF : Plan Prévisionnel de Fumure

Il rassemble toutes les prévisions d'apport pour toutes les parcelles et cultures de l'exploitation, y compris les céréales et les prairies. Il doit être rempli obligatoirement pour le 31 mars de l'année.


Exploitation agricole

Bretagne

Programme d'action Directive nitrates

Plan de fumure prévisionnel azote
et
Cahier de fertilisation

Campagne culturale 200.. / 200 ..

Tableaux utiles

Dans ce guide pratique tous les éléments nécessaires sont recensés pour remplir le plan prévisionnel de fumure en particulier :

- Les tableaux des besoins des cultures en fonction des précédents selon deux types de système :
  - Le système légumier pur ou avec un peu de céréales (p. 36 et 37),
  - Le système endivier avec peu de restitutions organiques ou des sols très peu pourvus en matières organiques (moins de 2 %) (p. 38 et 39).
- Le tableau du classement des cultures en fonction de leurs effets précédents azotés (p. 42).
- Le tableau du coefficient d'efficacité des déjections et composts (p. 40 et 41).

Des fourchettes de valeurs pour les apports sur légumes frais

Du fait du nombre très important d'espèces, mais aussi de variétés avec des mobilisations très différentes, des dates de plantation et de récolte qui s'étalent sur plusieurs mois et des historiques parcellaires avec des précocités très variables, les préconisations de fertilisation sont données par culture sous la forme de fourchettes de valeurs et non pas sous la forme d'une valeur unique.

Pour affiner les préconisations, consulter vos conseillers.

Le cahier de fertilisation

Il recense tous les apports réalisés au cours de l'année.

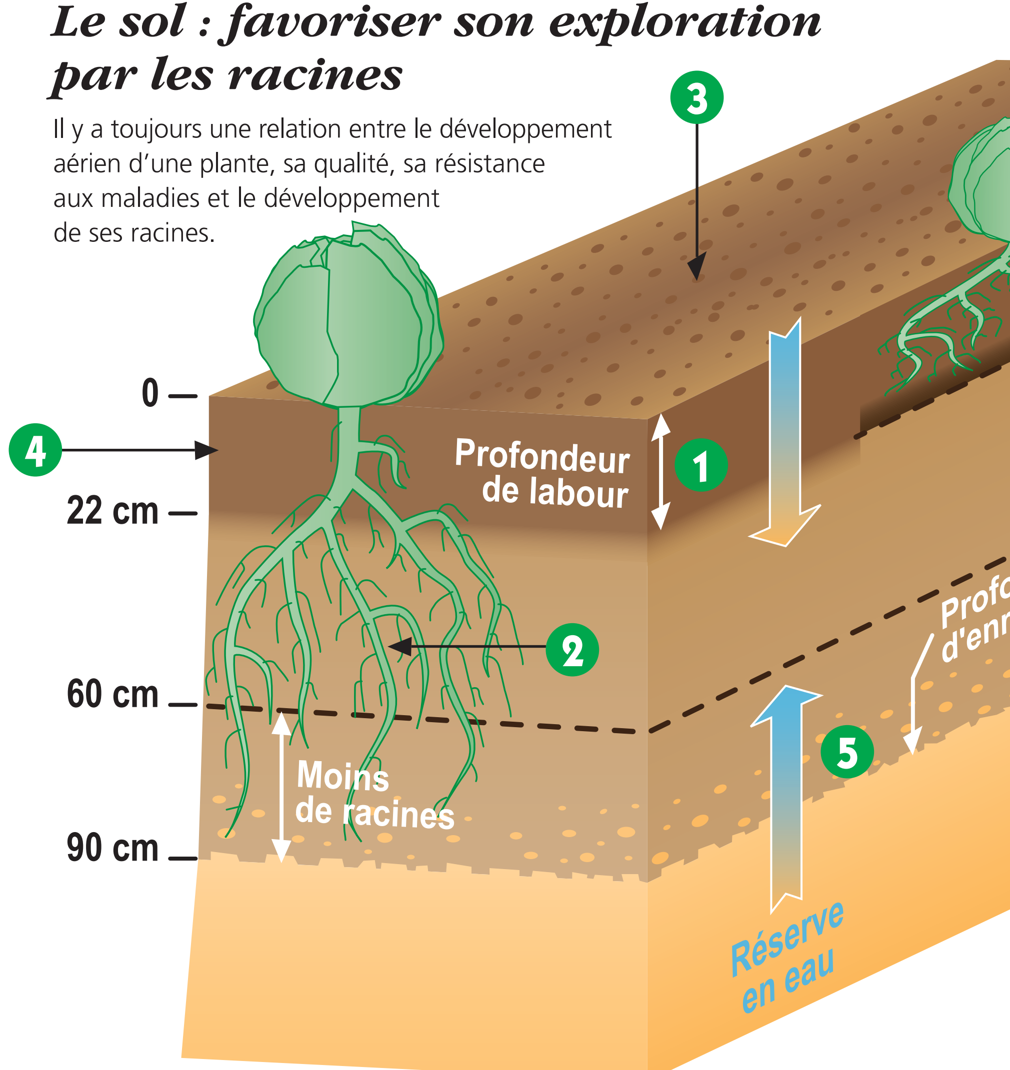
Les fiches de traçabilité peuvent faire office de cahier de fertilisation sous réserve :

- que toutes les parcelles et cultures soient bien renseignées et classées,
- que le récapitulatif des apports de fertilisants azotés utilisés sur l'ensemble de l'exploitation soit disponible,
- que toutes les déjections ou composts reçus aient fait l'objet, soit d'une facture, soit d'un bordereau de livraison co-signé par l'éleveur et le légumier, notamment avec la teneur en azote et les quantités livrées.

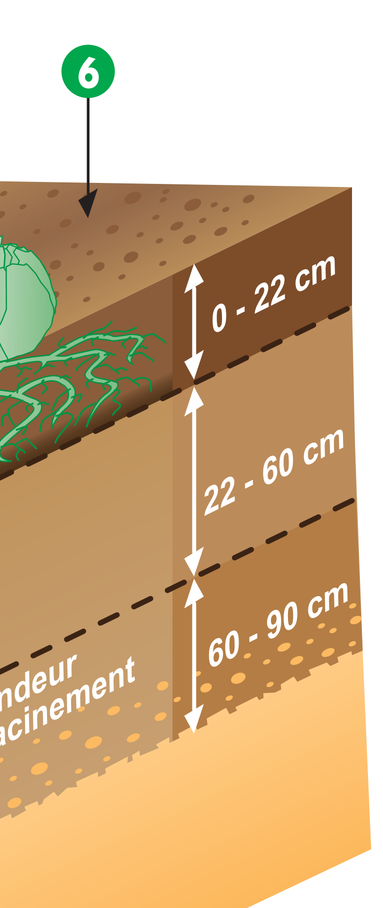


Le sol : favoriser son exploration par les racines

Il y a toujours une relation entre le développement aérien d'une plante, sa qualité, sa résistance aux maladies et le développement de ses racines.



1. Une semelle de labour peut totalement bloquer les échanges d'eau, d'air et d'éléments nutritifs.
2. Plus le volume racinaire sera important, car non limité par un obstacle, plus la plante pourra s'alimenter facilement.
3. Une surface motteuse limite le développement de la hernie du chou. Il importe donc de ne pas trop affiner la terre.
4. Un labour trop profond (supérieur à 22 cm) dilue la matière organique (MO) du sol et entraîne un coût énergétique élevé.
5. Pour conserver l'humidité des premiers horizons en été, il est conseillé d'éviter les précédents asséchants et de bien rappuyer le sol.
   La présence d'une semelle limite les remontées d'eau par capillarité.
6. L'apport régulier de MO (fumier de bovin, compost...) améliore la structure, la capacité du rétention en eau, la souplesse et le drainage du sol.





Sans eau, pas d'absorption d'éléments nutritifs par la culture

L'efficacité de l'engrais dépend de la présence d'eau.

L'été, l'eau est le facteur limitant de la croissance d'une culture comme le drageon. L'irrigation estivale favorise l'absorption de l'azote d'un sol sec et évite les apports complémentaires préjudiciables à l'environnement.

Des couverts végétaux ou des céréales pour améliorer la structure

Les couverts végétaux (CIPAN) sont d'autant plus efficaces qu'ils sont implantés tôt.

A la reprise, le sol est mieux ressuyé et plus souple.

Les couverts d'automne/hiver mobilisent de 50 à 80 kg d'azote/ha qui, sans cela, seraient lessivés. Environ 30 % de cet azote sera absorbé par des cultures suivantes à cycle long d'été comme le maïs ou le drageon.

	Date de semis	Destruction	Remarques
Avoine	septembre / octobre	Facile (mécanique)	Forte consommation d'eau si destruction tardive
Seigle	septembre / octobre	Facile (mécanique)	Légère appétence pour les limaces
Phacélie	15 août à début septembre	facile si gelée (mécanique)	Entretient la présence du sclérotinia
RGI	août/octobre	Difficile (glyphosate souvent utile)	Intéressant si pâturage ou fauche

Équilibrer les besoins de la culture et les fournitures du sol

Bases de raisonnement de la fertilisation azotée

Ce raisonnement s'appuie sur la méthode du bilan azoté publiée par le COMIFER en 1995 et vérifiée par des expérimentations au champ réalisées en Bretagne. Il est basé sur l'équilibre entre le flux d'azote nécessaire à la culture et les fournitures des différents compartiments du sol, complété ou non par un apport d'engrais.

Besoin en azote de la culture

Mobilisations de la culture
C'est l'azote nécessaire à la plante pendant tout son cycle cultural
(voir tableau p. 43)

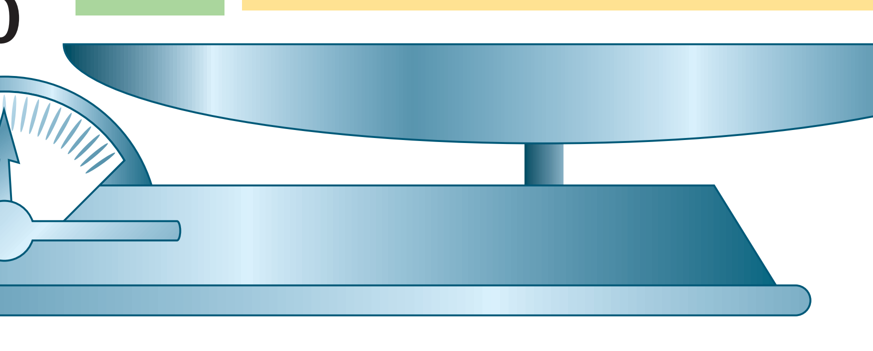
Reliquat d'azote dans le sol dit incompressible **en fin de récolte**
Valeurs guides :

- 60 Kg NO_3 /ha : artichaut
- 50 Kg NO_3 /ha : pommes de terre très précoces (mai)
- 40 Kg NO_3 /ha : cultures de printemps/été (mai à septembre inclus)
- 30 Kg NO_3 /ha : cultures de fin d'hiver et automne (mars-avril et octobre-novembre)
- 20 Kg NO_3 /ha : cultures de plein hiver (décembre à février)

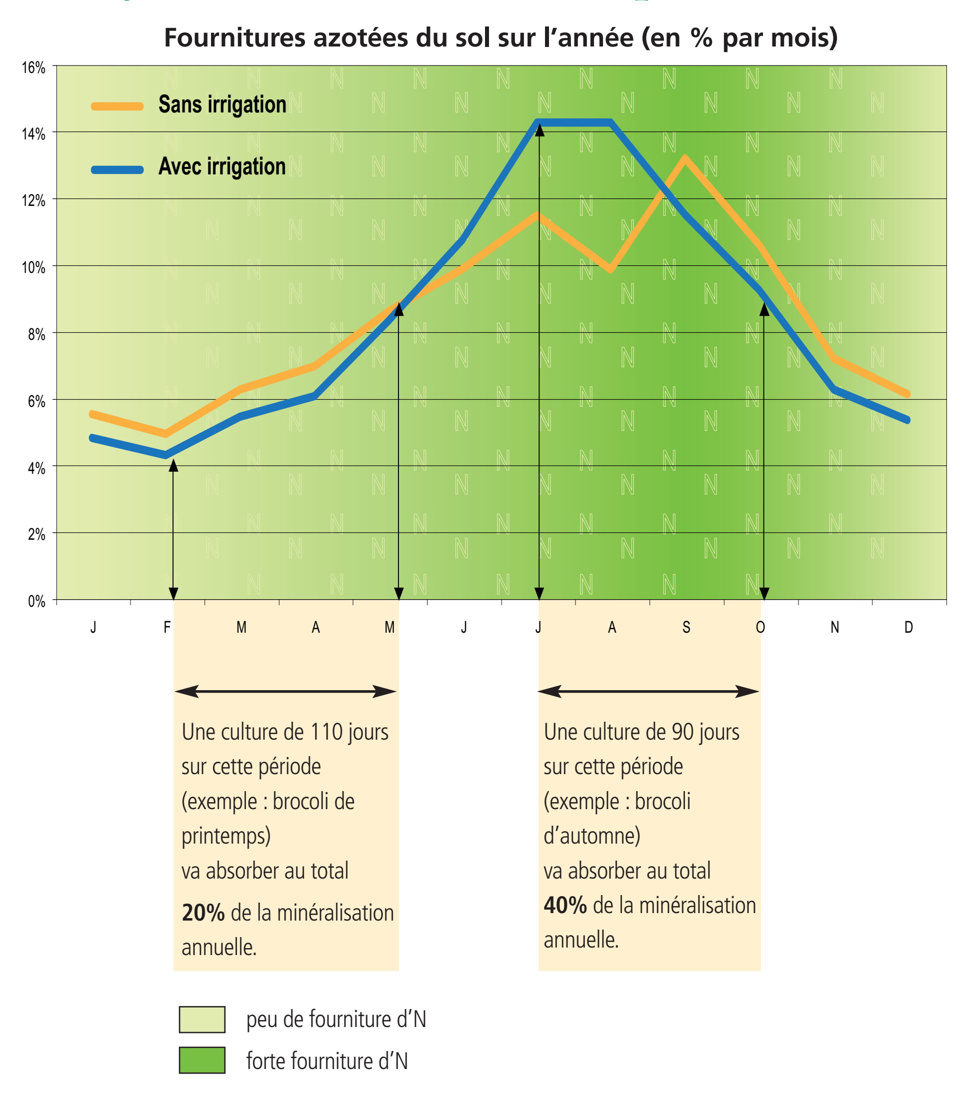
Le raisonnement vise à éviter les sous-fertilisations et surtout les sur-fertilisations préjudiciables à la qualité des légumes et à l'environnement.

L'essentiel des besoins est couvert par les fournitures du sol

Complément éventuel	**Apport de fertilisants éventuel pour équilibrer la balance** Sous forme organique, seul l'effet direct sera pris en compte (voir p. 14 et 15). Sous forme minérale (voir p. 16 et 17), prendre l'intégralité de l'apport.
	**Reliquat d'azote dans le sol** Présent au **début du bilan** (souvent quelques semaines avant la plantation) ou à la sortie d'hiver, il varie de 20 kg N/ha en sortie d'hiver, à plus de 100 kg/N/ha en été après un précédent riche.
	Effet du retournement de prairie (voir grille grandes cultures).
	Effet du précédent cultural Il correspond à la minéralisation des déchets de récolte laissés au champ par la culture précédente. Cet effet varie de 0 (précédent pauvre) à 60 unités d'effet direct sur la culture (précédent riche).
	"Arrière-effets" des déjections et amendements organiques Compter 20 à 30 kgN/ha/an en moyenne s'il y a apport tous les 2 à 3 ans de fumier ou de compost.
	Minéralisation de l'humus du sol Liée à l'historique de la parcelle. (voir p. 10 et 11).



Des fournitures en azote très importantes l'été



Un sol froid au printemps fournit peu d'azote.
Un sol chaud et humide en fin d'été fournit beaucoup d'azote.

Conséquence : les apports peuvent être réduits si les besoins de la culture correspondent aux périodes de minéralisation maximale du sol (de mai à octobre principalement).

En cas d'irrigation, la baisse des fournitures moyenne observée en août n'a pas lieu. La minéralisation annuelle du sol est alors augmentée d'environ 10 % sur l'année.

La minéralisation de l'azote contenu dans l'humus du sol varie de 100 à 160 kg/ha/an

Elle dépend plus de l'historique parcellaire que de sa teneur en matière organique. De très nombreux essais en Bretagne ont permis d'estimer en moyenne la production d'azote des sols de limon à :

- **100 kg N/ha/an** en grandes cultures sans restitution de déchets (rotation maïs ensilage / pailles de céréales exportées, ou **système endivier**),
- **120 kg N/ha/an** en grandes cultures avec restitution de déchets,
- **140 kg N/ha/an** en cultures légumières avec rotations de céréales (typiquement rotation choux / maïs / céréales, ou légumes avec 20 à 30 % de céréales dans la rotation),
- **160 kg N/ha/an** en **système légumier** (rotation de type : choux / pomme de terre / artichaut…).

C'est après plus de 10 à 15 années de rotation légumes avec des céréales (soit au moins 3 ou 4 cultures de céréales) que l'on constatera une baisse des fournitures azotées du sol légumier de 160 à 140 kg/ha/an de moyenne. Les sols de sable semblent avoir une minéralisation au moins aussi élevée.

Deux systèmes principaux

- *Le système fournissant 100 kg N/ha/an sera appelé : **système endivier ou sol pauvre en MO (< 2 %)**. Ce seuil défini empiriquement, n'est pas en lien avec une fourniture d'N mais plus avec un constat de présence de nombreux problèmes de structure de sol qui limitent le dévoloppement racinaire et donc la capacité de la plante à puiser de l'N.*
- *Les systèmes fournissants 140 et 160 kg N/ha/an seront appelés : **système légumes exclusif ou légumes avec 20 % de céréales** (mixtes).*



Le travail du sol, notamment le labour, favorise la minéralisation de l'azote du sol.

Pour un sol légumier en limon

Cela correspond :
- **L'été** : à une fourniture de près de 30 u N/mois (sans l'effet direct du précédent).
- **L'hiver** : à une fourniture de seulement 7 à 10 u N/mois.

Ces fournitures sont liées au climat.



Seule une partie de l'azote minéralisé sur l'année est disponible pour la culture selon son positionnement dans la saison et selon la durée de son cycle.

Le précédent est un facteur essentiel

Seule une partie de l'azote contenue dans le précédent va se minéraliser et se rendre ainsi disponible pour la culture.
Un chou-fleur, par exemple, mobilise 300 kg N/ha et la sortie des têtes couronnées exporte environ 100 unités/ha. Les feuilles restées au champ après la coupe contiennent donc 200 unités d'N qu'il importe de prendre en compte.



Les feuilles de choux apportent 200 unités d'azote dont 60 unités vont être absorbées par la culture suivante.

Comment évaluer la quantité d'N présente dans les déchets et son effet direct sur la culture ?

Plus il y a de résidus au sol après la récolte, plus la quantité d'N laissée au champ sera élevée (voir fiches cultures p 20 à 33).

Ces feuilles se décomposent et fournissent des nitrates en lien avec l'activité du sol. La fourniture d'azote est donc élevée l'été et en début d'automne (sous réserve d'eau) et plus faible l'hiver. Si ces feuilles sont laissées au sol en automne, une partie des nitrates sera lessivée.

L'effet azote du précédent est donc lié à la quantité de feuilles laissées par le précédent. Il est d'autant plus élevé que la culture suivante pousse en été et qu'il n'y a pas de lessivage des nitrates entre les deux cultures.

Nos essais ont montré que plus de 60 unités provenant des feuilles de choux laissées au sol en février étaient absorbées par une culture comme le maïs ou par une double culture comme la pomme de terre + un chou d'automne.

Les principales cultures ont donc été classées en 3 catégories d'effets précédents : "riche, moyennement riche et pauvre" en fonction de l'effet azoté qu'elles induisent à la culture suivante (voir tableau en p. 42).

L'importance des reliquats d'azote

Le reliquat d'azote est la quantité d'azote disponible présente dans le sol à un moment donné. Il se mesure par prélèvements de sol à des périodes clefs de la conduite de la culture.

- En fin d'hiver, les reliquats sont souvent faibles (20 à 30 kg/ha).
- En fin de printemps et en été, les reliquats sont élevés (plus de 100 kg N/ha). Ils peuvent être valorisés par une culture à forts besoins.
- En automne, ils baissent principalement parce que les pluies lessivantes entraînent les nitrates en profondeur. Un reliquat fin de culture d'automne élevé signifie beaucoup d'azote perdu pour le producteur.

Dans le cadre de l'élaboration des grilles : "Valeurs indicatives des fertilisants à apporter" (voir p. 36 à 39), des valeurs de reliquat fin de culture forfaitaires ont été prises. Ce sont celles des p. 8 et 9.

Analyses à la plantation et en cours de culture

- Les opérations **Equiterre, Fertijust et Fertiprim** communiquent régulièrement les valeurs de reliquat mesurées dans un réseau de parcelles, à des périodes clefs pour les principales cultures. Ces valeurs sont indispensables à la plantation et pour les re-fertilisations d'hiver ou du début de printemps.
- Pour avoir des valeurs plus adaptées à vos parcelles, vous pouvez vous-même prélever la terre et faire faire l'analyse.

Le lessivage des nitrates a lieu en fin d'automne et l'hiver. Il est proportionnel aux pluies drainantes.

Tout excès de fertilisation de fin d'été sera irrémédiablement perdu. Il convient donc de ne pas sur-fertiliser principalement les cultures d'été.

Le fractionnement des apports d'automne et d'hiver limite aussi les pertes.

La présence de couverts végétaux (CIPAN) semés tôt ou de cultures en pleine croissance en automne et hiver (chou d'hiver) limite à la fois le drainage et les pertes de nitrates.



Les cases lysimétriques du CATE donnent des références sur le lessivage de l'azote.

L'effet direct des engrais de ferme et amendements organiques

Les apports organiques sont indispensables, car en plus de l'azote, ils apportent du carbone utile pour la vie biologique et la structure du sol.

Coefficient d'effet direct

Le rapport entre l'azote absorbé et l'azote total contenu dans le produit est appelé coefficient d'effet direct. Cette fraction absorbée correspond à tout l'azote minéral contenu dans le produit et à la fraction d'azote organique minéralisée pendant la durée de la culture.

Ce coefficient dépend donc à la fois du produit (sa composition, son temps de compostage son mode de fabrication...) mais aussi de la durée de présence dans le sol, de la période d'apport et de la culture à fertiliser.

En effet, plus un produit organique est apporté longtemps avant l'implantation de la culture, plus il a le temps de se minéraliser (exemple : le fumier de bovin avant maïs est d'autant plus efficace qu'il est apporté tôt).

Par contre, si ce produit est apporté sur un sol froid et humide, il aura des difficultés à se minéraliser.

La table des coefficients d'efficacité de l'azote (voir p. 40 et 41) prend en compte la nature du produit (les lignes du tableau) et la période d'apport liée à la culture (les colonnes).



Les produits riches en N et non incorporés immédiatement (exemple : les fientes de volaille sur blé ou chou en fin d'hiver) peuvent perdre de l'azote par dégagement d'ammoniac.

Des compositions azotées variables

La proportion des différentes formes d’azote est très variable selon la nature de la déjection ou du produit.

		Proportion d'azote ammoniacal	Proportion d'azote organique minéralisé dans l'année	Proportion d'azote organique minéralisé les années suivantes
Amendements organiques	Compost de déchets verts	1 %	5 %	94 %
	Fumier de bovins	10 %	25 %	65 %
	Lisier de bovins	40 %	30 %	30 %
Engrais organiques	Fientes de volailles sèches	5 %	50 %	45 %
	Lisier de porcs	60 %	20 %	20 %
	Fumier de volailles	70 %	20 %	10 %

Proportion d'azote ammoniacal
Proportion d'azote organique minéralisé dans l'année
Proportion d'azote organique minéralisé les années suivantes

De grandes différences entre N total et N efficace

	Quantité moyenne à apporter	Dose totale d'azote apportée par cette quantité (kg N)	Azote disponible en 1re année (kg N)	Coefficient effet direct (%)
Fumier de bovins	40 m³ (30 t)	150	30 à 50	20 à 30
Compost de déchets verts	45 m³ (30 t)	210	10 à 20	5 à 10
Fumier de dindes	15 m³ (7 t)	190	80 à 140	40 à70
Fumier de poulets de chair	20 m³ (7 t)	170	70 à 120	40 à 70
Lisier de porcs	35 m³	175	100 à 120	60 à 70

Les principaux fertilisants azotés organiques

Les engrais organiques : il existe de très nombreuses sources d'engrais organiques : farines de plumes, os, guano, tourteaux, déchets de poissons, fumier et fiente de volaille… Leur réactivité est très variable selon l'origine de l'azote organique.
A chaque matière organique doit être associé un coefficient d'efficacité qui dépend de la nature du produit, mais aussi de son utilisation (voir le fabricant).

Principaux engrais organiques du commerce (norme NFU 42 001)

Nom commercial	Teneur N/P/K en % sur MB
Azophor (AB)	10 - 1 - 5
Guanophor (AB)	10 - 4 - 2
Guanumus (AB)	2,7 - 3,7 - 3,2
Fientavic	3 - 4 - 3
Huon	3 - 3 - 15
Bochevo	2,8 - 4 - 2,5
Ténor	5 - 5 - 5

Principaux engrais de ferme (assimilable norme engrais)

Nom	Teneur en N sur MB
Lisier de porc mixte	3,5 kg/m^3 ou g/kg
Lisier de porc engraissement	5,8 kg/m^3 ou g/kg
Lisier de bovin	2,5 kg/m^3 ou g/kg
Fiente de volaille sèche (80 % MS)	43 kg/t ou g/kg
Fumier de dinde (1 m^3 = 500 kg) de moins de 4 mois	25 kg/t ou g/kg
Fumier de poule (1 m^3 = 330 kg) de moins de 4 mois	25 kg/t ou g/kg
Compost de fiente de volaille avec litière	23 kg/t ou g/kg

Les amendements organiques (norme NFU 44051 ou assimilés). Ils ont comme principale vocation de favoriser les propriétés biologiques et physiques des sols.

Nom	Teneur en MS	Densité t/m^3	Teneur en N sur MB
Fumier de bovin (vache laitière)	25 %	0,75	5.5 kg/t
Compost de fumier de bovin	35%	0,6	6 kg/t
Fumier de porc litière accumulée	28%	0,75	7 kg/t
Compost de déchet vert	40%	0,6	8 kg/t
Compost de déchet vert avec lisier de porc	40%	0,6	9 kg/t
Compost de lisier de porc sur paille	30%	0,75	7 kg/t
Compost d'OM avec déchet vert	50%	0,6	8 kg/t
Goémon vert d'échouage	22%	0,65	4 kg/t
Végéthumus	80%	0,65	20 kg/t
Végor 70	90%	0,5	25 kg/t

Les principaux engrais azotés minéraux

Il existe plusieurs formes d'azote avec des effets très différents.

Azote nitrique (NO_3). Action très rapide. Il est très lessivable et doit être utilisé prioritairement en cours de culture. Ex : Nitrate de chaux, Nitrate de Potasse… Attention aux doses : brûlures possibles.
Ces engrais peuvent être également utilisés en fertilisation foliaire.

Azote ammoniacal (NH_4). Il nécessite une transformation en NO_3 par les bactéries du sol pour être assimilable par les plantes. Cette nitrification est dépendante de la température (impossible en dessous de 4°C). Ex : sulfate d'ammoniac… L'azote est disponible progressivement et est, de ce fait, protégé du lessivage. Il peut provoquer des brûlures du feuillage.

Azote uréique. Engrais à action plus ou moins rapide dans le sol car l'urée doit être transformée en NH_4 puis en NO_3. L'urée est très soluble ce qui rend possible son utilisation en fertilisation foliaire. Ex : le perlurée apporté l'hiver est en partie assimilé par les feuilles de choux (selon la température et l'hygrométrie).

Azote cyanamidé. Action très lente de l'azote, qui doit passer sous forme d'urée, de carbonate d'ammoniac et enfin de NO_3. La cyanamide de chaux présente également des propriétés désinfectantes sur bactéries, champignons, adventices…
Attention : les doses élevées peuvent provoquer des brûlures de racines.

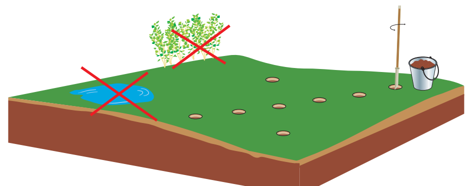
Azote avec retardateur de nitrification. "Engrais retard". Généralement une enzyme retarde l'action des bactéries responsables de la nitrification. L'azote reste plus longtemps sous forme ammoniacale. Il est donc à l'abri du lessivage (Entec, Stabil...).

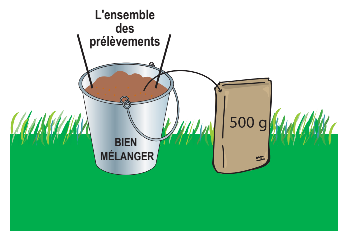
Quelques engrais minéraux (norme NFU 42 001)

Nom commercial	Teneur en N	Composition	Observations
Ammonitrate	33 %	16,5 % NO_3^- et 16.5 % NH_4^+	
Azomag	28 %	12 % NH_4^+ et 16 % urée	32 % de SO_3 + 5 % MgO
Bazamon	26 %	7 % NO_3^- et 19 % NH_4^+	35 % de SO_3
Cyanamide de chaux	20 %	20 % d'azote cyanamidé	60 % de CaO
Entec	26 %	7,5 % NO_3^- et 18,5 % NH_4^+	Retardateur de nitrification
Kémistar	24 %	12 % NO_3^- et 12 % NH_4^+	
Nitrate de chaux	15,5 %	14,5 % NO_3- et 1 % NH_4^+	25 % de CaO
Nitror 30	30 %	15 % NO_3^- et 15 % NH_4^+	7 % SO_3
Nitror 25	25 %	11 % NO_3^- et 14 % NH_4^+	20 % SO_3
Perlurée	46 %	46 % uréique	
Soufrazot	20 %	20 % NH_4^+	40 % de SO_3
Sulfammo 26	26 %	19 % uréique et 7 % NH_4^+	25 % SO_3 + 3 % MgO
Sulfonitrate	26 %	7 % NO_3^- et 19 % NH_4^+	35 % de SO_3
Sulfate d'ammoniac	21 %	21 % NH_4^+	60 % de SO_3
Tilosa	22 %	6 % NO_3^- et 16 % NH_4^+	27 % SO_3 + 20 % CaO

La prise d'échantillons : des règles à respecter

Comment ?





Un échantillon de 500 g à envoyer au laboratoire avec sa fiche de renseignements.

⚠ Il est impératif de faire au moins 12 prélèvements par parcelle et par horizon.

Quand ?
En sortie d'hiver (début février).
Avant chaque mise en place de culture.
Avant les re-fertilisations en culture.
Eviter de prélever une terre détrempée.
Ne jamais prélever sans s'être assuré que l'engrais du dernier apport s'est bien solubilisé.

Nombre de prélèvements
12 à 15 en diagonale ou en zigzag dans une zone représentative de la parcelle.
Eviter les bordures, ancien talus ou emplacement du tas de fumier.

Profondeur
Deux horizons sont habituellement prélevés en cultures légumières : 0/30 cm puis 30/60 cm. Faire le premier trou à 30 cm et mettre la terre dans un sac. Puis sur ce même emplacement continuer à creuser jusqu'à 60 cm. Mettre cette terre dans un 2e sac.

L'échantillon
Après homogénéisation soignée, il doit être acheminé au laboratoire au plus vite. Ne pas le laisser au chaud. Le congeler ou mettre au réfrigérateur si l'analyse ne se réalise pas quelques jours après le prélèvement.

Interprétation des résultats : En cultures légumières prendre en compte la somme des nitrates et ammoniac des deux premiers horizons 0/30 et 30/60 cm. Dans le cas particulier des cultures à cycle court et faible enracinement (salade, PDT très précoce...) l'horizon 0/30 cm est essentiel. Cet azote analysé est directement absorbable par la culture tout comme un engrais minéral qui aurait été solubilisé.

Les tarières
Deux types principaux :
- Edelman (à droite sur la photo) :
  de 60 à 90 € HT environ selon diamètre.
- Mini gouge de 60 cm (à gauche sur la photo) :
  55 € HT environ.



Fournisseurs possibles : Agrilabo, Challenge Agriculture...

Les différentes analyses d'azote du sol

Au Nitracheck®

Il analyse uniquement le nitrate par lecture optique d'une bandelette réactive.



Mode d'emploi :

1) Mélanger l'échantillon de terre avec son poids en eau distillée. 0,8 g de chlorure de calcium peut être rajouté par litre d'eau distillée afin de favoriser la décantation du mélange.
2) Filtrer avec un filtre spécial (sans nitrate).
3) Plonger la bandelette dans le liquide pendant quelques seconde, puis attendre une minute.
4) La lecture de la bandelette avec le Nitracheck® vous donne directement la teneur en mg/litre d'eau.
5) Convertir la teneur en quantité d'azote à l'hectare en multipliant la concentration par 1,3 en sol de limon léger.
6) Répéter la mesure pour chacun des 2 horizons (0/30 et 30/60 cm).
7) L'azote disponible pour la culture est la somme de l'N des 2 horizons.

En laboratoire

Coût environ : 18 à 25 € l'analyse par horizon
(avec éventuellement en plus 40 € de prélèvement).
Sont analysés : N nitrique et ammoniacal.
L'azote disponible est la somme des 2 formes d'azote pour les 2 horizons.

PILazo®, un outil mis au point par le CTIFL pour optimiser la fertilisation azotée en cours de culture.
Le principe de cette mesure est de se baser directement sur l'état de la nutrition azotée de la plante avant de décider d'effectuer un apport. On mesure la teneur en nitrate des jus de pétioles prélevés sur les plus jeunes feuilles "adultes" de la plante. Une quinzaine de pétioles est prélevée le matin dans la parcelle, puis pressée.
L'analyse des nitrates est faite au Nitrachek®. La valeur lue est comparée à une grille. La méthode est utilisée sur la pomme de terre et la carotte, elle est en cours de validation pour le chou fleur.

Les analyses effectuées en réseau : Equiterre (29), **Fertiprim** (22), **Fertijuste** (35).
Tous les ans plusieurs dizaines de parcelles sont suivies principalement en chou fleur et en artichaut. Les résultats des analyses réalisées par Nitrachek® sont diffusés au plus vite aux adhérents du Comité de dévoloppement de la zone légumière (29) ou des groupements (22 et 35).
Les principales périodes de mesure sont :

- Chou : l'été avant plantation, puis de septembre à mars
- Artichaut : février/mars et selon l'année également été/automne

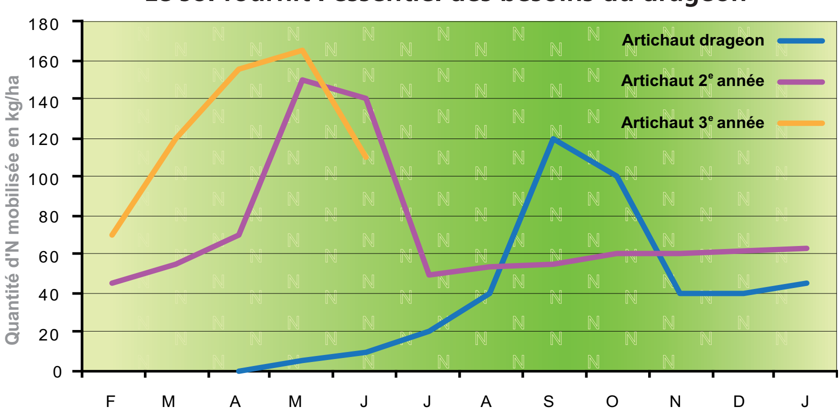
Il est conseillé d'attendre les résultats avant d'effectuer un apport.

L'artichaut

Violet, Camus, Castel

Une culture qui peut se conduire sur 1, 2 ans ou plus. L'artichaut est très sensible à la qualité physique du sol et réagit très bien à un apport d'amendement organique à la plantation.
Pour le drageon, culture d'été-début d'automne, l'eau est souvent le facteur limitant l'absorption d'éléments nutritifs comme l'azote.

Le sol fournit l'essentiel des besoins du drageon



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent

Système légumes ou légumes avec céréales (en kg d'N efficace à l'ha)

Cultures	Dates de mises en place ou refertilisation	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyen^ent riche	pauvre	
Drageon	mars à mai	septembre et octobre	20 à 50	50 à 70	70 à 100	0
Artichaut 2e année	mars	juillet et août				60 à 100
Artichaut 3e année	février	mai et juin				80 à 120

1) voir p. 42

Le haut de la fourchette peut être utilisé en cas de parcelle à fort potentiel ou de besoins organiques élevés. En cas d'irrigation, ne pas augmenter la dose de fertilisant.

Drageon : Un grand soin doit être apporté à la préparation du sol. Un précédent céréale suivi d'un couvert végétal est recommandé.
Un apport organique de fumier de bovin ou de compost mûr est très vivement conseillé. Cela correspond à une dose de 20 à 50 kg/N efficace/ha, qui ne doit pas être dépassée après des précédents riches.
L'apport de fumier de volailles est particulièrement inadapté après des précédents riches comme le chou. Par contre, il reste utile après un précédent pauvre, sous réserve de ne pas dépasser la dose de 7 t/ha (95 kg/N efficace/ha).



Artichaut de 2 et 3 ans : La dose d'azote doit se baser sur les conseils Equiterre ou Fertiprim. Si le reliquat sortie d'hiver est faible, prendre le chiffre haut de la fourchette. Si le reliquat est élevé prendre le chiffre bas de fourchette.
Préférer des formes ammoniaco-nitriques pour le 3 ans et des formes ammoniacales pour le 2 ans.

Des cultures qui exportent très peu d'azote (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Camus Castel année 1	8 t/ha	36	84	120
Camus Castel année 2	12 t/ha	54	96	150
Violet année 1	40 000 têtes	20	90	110
Violet année 2	45 000 têtes	25	100	125

P & K **(voir seuils p 44-45)** : L'apport de fumier couvre les besoins en P_2O_5 et K_2O de l'artichaut sur 3 ans dans un sol bien pourvu. En cas d'apport d'un compost de déchets verts non complémenté en lisier ou fientes, prévoir dans les sols pauvres à bien pourvus, un complément minéral de 80 kg de K_2O/ha en 2e année.

Exemple d'apport de fertilisants de deux amendement organiques

Type produit	Dose de référence	N efficace	P_2O_5 /ha	K_2O /ha
Fumier de bovin	35 m^3 /ha	35 kg /ha	60 kg /ha	200 kg /ha
Compost de DV	35 m^3 /ha	15 kg /ha	100 kg /ha	60 kg /ha

En sol de sable, ou pauvre en K_2O, un apport de potasse est conseillé en plus du fumier de bovin, en 2e et éventuellement en 3e année.
L'apport de P_2O_5 minéral en cours de culture n'est envisageable qu'en sol pauvre. Il est inutile en cas d'apport d'une déjection.

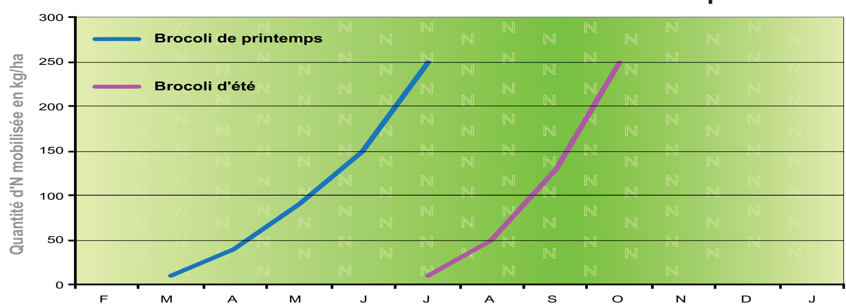


2e année : apporter 5 t/ha de fientes de volailles déshydratées, à partir du 16 janvier. Il faut impérativement attendre cette date pour re-fertiliser en azote la culture. Tout apport d'un fumier de volaille ou autre déjection après broyage est strictement interdit.

Le brocoli

Une culture de cycle court qui se plante de février à mi août.
Au printemps, un apport d'N efficace (sous forme organique ou minéral) sera d'autant plus indispensable que la culture est implantée tôt.
L'été, en système légumier avec un précédent riche, cette culture peut se passer de fertilisation azotée. L'irrigation est souvent obligatoire pour les séries d'été.

Le brocoli d'été bénéficie de fournitures du sol importantes



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyen^ent riche	pauvre	
Système légumes ou légumes avec céréales						
Brocoli de printemps	fév. à mai	mai à août	50 à 100	100 à 130	130 à 150	0
Brocoli d'été/aut.	juin à août	sept. à nov.	0 à 40	50 à 80	100 à 110	0
Système endivier ou sol très pauvre en MO (<2%)						
Brocoli de printemps	mars à mai	mai à août	60 à 100	120 à 140	140 à 160	0
Brocoli d'été/aut.	juin à août	sept. à nov.	20 à 60	60 à 100	100 à 120	0

1) voir p. 42

Sur les premières séries de printemps, l'apport d'un starter (100 kg/ha) en localisé est conseillé. Ce starter peut être remplacé par une bâche thermique.
Au printemps, l'azote peut être apporté sous forme minérale ou organique à fort coefficient d'efficacité. Dans le cadre du bon entretien de l'état organique des sols, profiter de l'été pour effectuer un apport de fumier de bovin ou de compost.

Une culture qui restitue 3/4 de l'azote absorbé (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Brocoli marché du frais (coupe 16 cm)	11 t/ha	50 kg/ha	140 kg/ha	190 kg/ha

P & K (voir seuils p. 44-45) :
P : sauf en cas de sol pauvre et/ou d'apport d'un starter en localisé, l'apport de P_2O_5 minéral est inutile.
K : raisonner vos apports sur la rotation. En sol pauvre et après des précédents pauvres (céréales), un apport doit être envisagé.

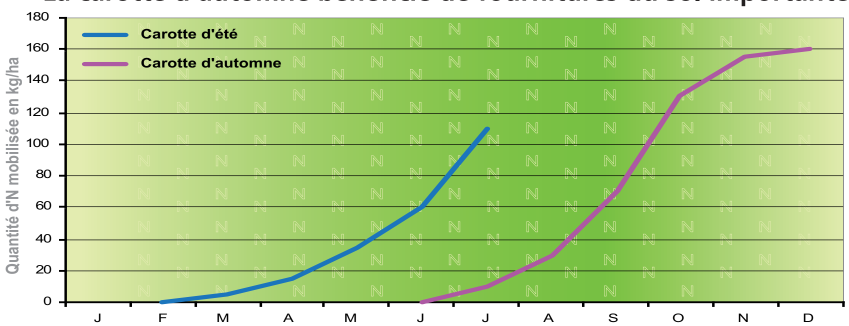


Pour les plantations d'été, l'apport d'un fumier de bovin est conseillé. Pour les plantations de printemps, l'apport de fumier de volailles ou fientes ou engrais organiques du commerce à libéralisation d'N rapide est possible.

La carotte

Attention aux excès d'azote qui favorisent les maladies du feuillage et des racines. En été, en cas de précédent riche et en système légumier, cette culture peut se passer de fertilisation azotée.

La carotte d'automne bénéficie de fournitures du sol importantes



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyen^ent^ riche	pauvre	
Sol de limon : Système légumes ou légumes avec céréales						
Carotte d'été	mars à mai	juil. à août	20 à 30	30 à 40	40 à 70	0
Carotte d'aut./hiver	mai à juin	oct. à déc.	0 à 30	30 à 50	50 à 80	+50 si tardif
Sol de limon : Système endivier ou sol très pauvre en MO (<2%)						
Carotte d'été	mars à mai	juil. à août	20 à 40	40 à 60	60 à 90	0
Carotte d'aut./hiver	mai à juin	oct. à déc.	20 à 40	40 à 60	60 à 90	+50 si tardif
Sol de sable						
Carotte d'été	mars à mai	juil. à août	0 à 40	40 à 50	50 à 80	+50 selon ana.
Carotte d'aut./hiver	mai à juin	oct. à déc.	0 à 30	30 à 50	50 à 80	+50 selon ana.

1) voir p. 42

Pour les carottes d'automne/hiver, privilégier des apports fractionnés en fonction des disponibilités du sol.
Prévoir des contrôles au stade 3-4 feuilles et 6-8 feuilles avant les apports en végétation.
Pour les apports sous forme organique à la plantation, le fumier de bovin (30 à 35 t/ha) est à préférer.
Pour les sols sableux : éviter le fumier de volaille qui entraîne des excès d'azote.

Une culture qui restitue au moins la moitié de l'azote absorbé (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Carotte d'été	30 à 40 t/ha	45	65	110
Carotte de garde	70 t/ha	80	80	160

P & K (voir seuils p. 44-45) : La carotte est une culture exigeante en potasse.
Une analyse de sol permet de contrôler le niveau de richesse et d'orienter la fertilisation.



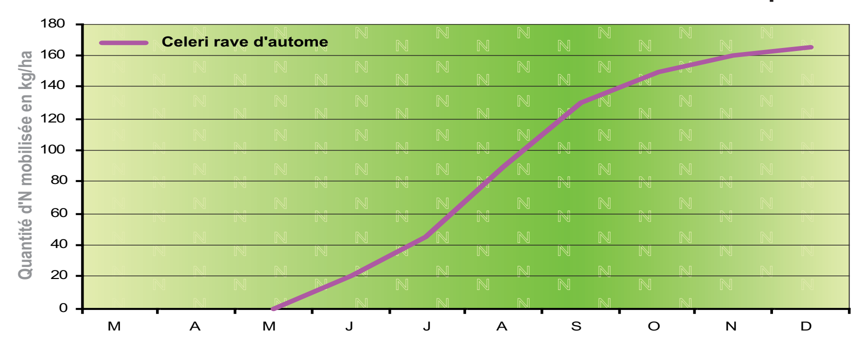
Précédent pauvre : il est conseillé d'apporter un fumier de bovin + engrais azoté organique sur la base de 40 kg N/ ha total. L'apport de Patentkali n'est à faire que si le sol est peu pourvu en K.



Le céleri rave

Le céleri rave d'automne/hiver est implanté en mai. Il bénéficie donc en bonne partie des fournitures naturelles du sol. Ses besoins azotés sont relativement faibles. La fertilisation devra donc être modérée afin de limiter le sclérotinia.

Le céleri rave d'automne bénéficie de fournitures du sol importantes



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyenent riche	pauvre	
Système légumes exclusifs ou légumes avec 20 % de céréales						
Céleri rave d'aut.	mai	nov./déc.	0	0/20	20/40	50
Céleri rave précoce	mars	août/sept.	40/60	60/80	80/100	0
Système endivier ou sol pauvre en MO (< 2%)						
Céleri rave d'aut.	mai	nov./déc.	0-20	20-40	40/60	50
Céleri rave précoce	mars	août/sept.	60/80	80/100	100/120	0

1) voir p. 42

Pour le céleri d'automne, l'apport azoté à la plantation sera nul ou très modéré. Vérifier ensuite, par une analyse de reliquat en juillet/août, la nécessité d'un éventuel ré-apport.
Pour les céleris précoces, récoltés sur août/septembre, les apports sont plus importants et le fractionnement n'a pas d'intérêt.
Les apports de matière organique fraiche sont déconseillés juste avant céleri, pour éviter les problèmes de conservation.

Les restitutions azotées du céleri rave sont peu élevées

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Céleri rave	50 tonnes	100	60	160

P & K (voir seuils p. 44-45) :
P : les apports sont inutiles sauf en cas de sol pauvre.
K : les mobilisations sont élevées (410 kg/ha). L'apport est recommandé avant cette culture sauf si la teneur du sol est très riche.



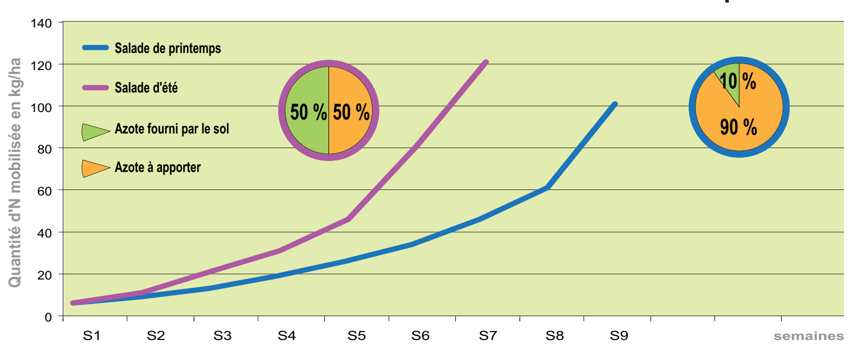
Éviter les apports de fumier frais avant céleri. Apporter du patentkali en fonction de la teneur en K du sol.



Les salades (laitue et chicorée)

Une culture courte échelonnée de février à octobre. Les apports azotés sont plus importants en culture précoce. Attention aux excès d'azote qui favorisent les maladies bactériennes, le botrytis et le sclérotinia.
L'été, avec un précédent riche, cette culture peut se passer de fertilisation azotée.

Les salades d'été bénéficient de fournitures du sol importantes



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyenment riche	pauvre	
Système légumes exclusifs ou légumes avec 20 % de céréales						
Laitue de printemps	fév./avril	juin/août	70/90	90/100	100/110	0
Laitue d'été/aut.	mai/sept.	sept./oct.	0/30	30/50	50/70	0
Système endivier ou sol pauvre en MO (< 2%)						
Laitue de printemps	fév./avril	juin/août	80/90	90/100	100/120	0
Laitue d'été/aut.	mai/sept.	sept./fév.	0/30	30/60	60/80	0

1) voir p. 42

Au début du printemps, les apports peuvent se faire sous forme d'ammonitrate + 70 kg/ha de starter en localisé. Prévoir un fractionnement en cas de printemps pluvieux, éventuellement après avoir effectué un reliquat.
A partir d'avril, l'azote est entièrement à apporter sous forme d'ammonitrate.
A partir de mai, les doses à apporter sont faibles voire nulles si le précédent est riche.

Une culture qui exporte 90 % de l'azote absorbé (en kg N/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Laitues	30 t /ha	72	8	80

P & K (voir seuils p. 44-45) :
En général, aucun complément n'est à apporter en phosphore et potasse dans les sols où des matières organiques sont régulièrement apportées. L'apport de complet ne se justifie qu'en sol pauvre (situation rare).



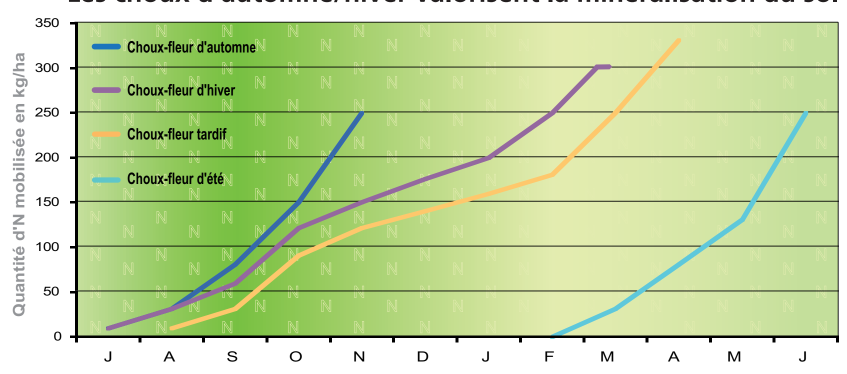
Au printemps l'apport d'un engrais complet organique très soluble sur la base de 70 kg/ha de N total est conseillé.



Les choux-fleurs et romanesco

Avant les plantations d'été, un apport organique est conseillé (fumier de bovin après des précédents riches, lisier de porc sur chaumes de céréales).
En hiver la re-fertilisation doit se faire sous forme minérale par dose maximale de 50 unités par apport, en fonction des préconisations (cf. Equiterre, Fertiprim, Fertijuste).
La fertilisation du romanesco est la même que pour les choux d'automne.
La fertilisation des choux plantés au printemps est comparable au brocoli de printemps.

Les choux d'automne/hiver valorisent la minéralisation du sol



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyen[ent] riche	pauvre	
Préconisations d'apport en système légumier (ou légumes avec céréales)						
Chou-fleur	mars-avril	juil. à sept.	50 à 100	100 à 130	130 à 150	0
	juillet	oct. à déc.	0 à 40	40 à 90	100 à 120	0
	juillet-août	janv. à fév.	0 à 40	40 à 80	80 à 100	0 ou 50
	juillet-août	mars à mai	0 à 40	40 à 50	50 à 80	1 ou 2x50
Préconisations d'apport en système endivier ou en sol pauvre en MO (< 2%)						
Chou-fleur	mars-avril	juil. à sept.	70 à 120	120 à 150	150 à 170	0
	juillet	oct. à déc.	30 à 60	60 à 100	100 à 130	0
	juillet-août	janv. à fév.	30 à 60	60 à 100	100 à 120	0 ou 50
	juillet-août	mars à mai	0 à 50	50 à 70	70 à 100	1 ou 2x50

1) voir p. 42



Les valeurs hautes des fourchettes proposées peuvent être utilisées en cas de forte densité, de variétés exigeantes, de sol à faible potentiel ou, pour les plantations de printemps, en cas de plantations très précoces.

Les apports en cultures doivent tenir compte des informations des réseaux (Équiterre, Fertijuste et Fertiprim).



La fertilisation azotée pour les plantations d'été :

- **Après des précédents riches** (chou, brocoli…) : un simple apport de compost ou fumier de bovin suffit.
- **Après des précédents pauvres** comme une céréale, un apport de lisier est conseillé (30 m^3 avec une teneur de 4,5 N/m^3). L'apport organique peut aussi être fait avec un fumier de bovin ou un compost mais la fertilisation azotée devra être complétée par un apport supplémentaire d'N minéral en cours de culture.
- **Après échalote**, les reliquats d'N dans le sol sont souvent élevés, de par la présence du plastique. Prendre les valeurs des précédents moyennement riches.

Pour les cultures à cycle long (de janvier à mai), de l'azote complémentaire est à apporter en plein sur la culture, en général une fois en décembre pour les récoltes de janvier à mars et 2 fois (en février et mars ou avril) pour les récoltes de mars à mai. Suivre les conseils diffusés.

S'il y a prévision d'un apport minéral en plus d'une déjection, il est préférable de le décaler en cours de culture.

L'apport d'un starter (N/P) est inutile.

La fertilisation azotée pour les plantations de printemps

Elle est plus élevée que pour les plantations d'été, car la culture profite moins de la minéralisation du sol.

La localisation d'un engrais starter (N/P) à la plantation, pour les premières séries en sol froid, permet d'obtenir un démarrage rapide des cultures.

Une culture qui restitue 3/4 de l'azote absorbé (en kg/ha)

	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Chou fleur d'hiver couronné	90	230	320
Chou fleur d'hiver industrie	60	260	320
Chou d'automne couronné	60	150	210

P & K **(voir seuils p. 44-45)** :
Sauf en sol pauvre, l'apport de P_2O_5 minéral est inutile.
L'apport de K dans la rotation peut se réaliser avant chou. La dose est à moduler en fonction de l'analyse.
Prendre en compte l'apport de la déjection ou du compost.
S'il y a apport organique (fumier, lisier, compost), l'apport supplémentaire d'un engrais minéral complet est inutile (sauf carence manifeste).



Apport conseillé avant plantation de fumier de bovin. Dose à moduler en fonction des précédents.

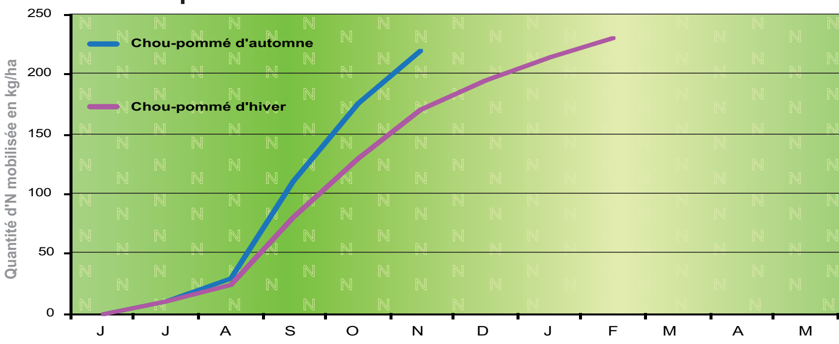
L'apport en cours de culture, pour les hivers et tardifs, de fientes de volailles sèches, donne peu d'effet sur le calibre et le rendement.



Le chou pommé (ou chou de Milan)

Les besoins sont réguliers au cours du cycle.
Pour les choux pommés d'hiver, le fractionnement de la fertilisation est indispensable pour atteindre le calibre commercial.

Le chou pommé valorise la minéralisation d'automne du sol



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyen^ent riche	pauvre	
Système légumes exclusifs ou légumes avec 20 % de céréales						
Chou pommé aut.	juin/juil.	sept./déc.	30/50	50/70	80/100	0
Chou pommé hiver	juil./août	janv./avril	0/40	40/50	50/80	50
Système endivier ou sol pauvre en MO (< 2%)						
Chou pommé aut.	juin/juil.	sept./déc.	30/60	60/80	90/110	0
Chou pommé hiver	juil./août	janv./avril	0/40	40/60	60/90	50

1) voir p. 42

Les apports de fumiers ou de composts sont bien valorisés par cette culture, car la libération d'azote est progressive. Ils couvriront également les besoins en P et K.
Pour les apports en cours de culture, attention aux brûlures sur feuilles, épandre l'engrais avant une pluie.

Les restitutions du chou pommé sont plus faibles que celles du chou-fleur

	Rendement moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Chou pommé	17 000 têtes	115	105	220

P & K **(voir seuils p. 44-45)** :

- P : sauf en cas de sol pauvre, l'apport minéral est inutile.
- K : apport uniquement s'il n'y a pas eu de fumier ou compost et en cas de sol pauvre.

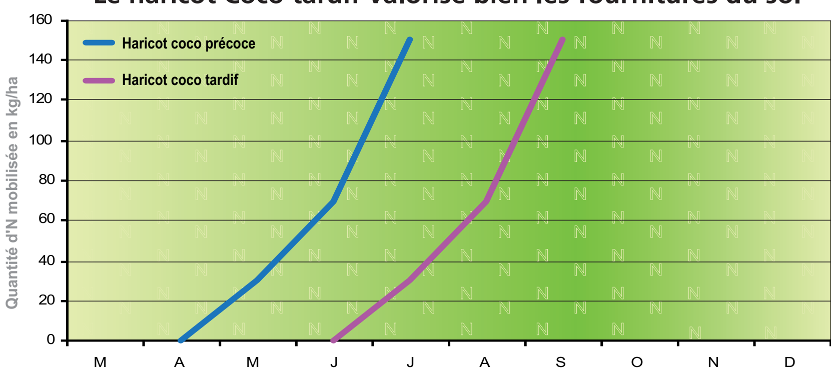


Apporter 30 t/ha du fumier de bovin avant plantation.

Haricot Coco de Paimpol

Cette culture d'été s'implante d'avril à la mi-juillet pour se récolter de juillet à fin septembre.
Attention aux excès de fertilisation azotée car il est sensible à la verse et au sclérotinia. Pour les semis tardifs, l'eau est souvent le facteur limitant l'absorption d'éléments nutritifs.
Les techniques de préparation du sol doivent préserser les réserves d'eau avant le semis. Il est conseillé d'éviter, sauf en sol très profond, de mettre cette culture après un précédent asséchant.

Le haricot Coco tardif valorise bien les fournitures du sol



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent : systèmes légumes ou légumes avec céréales (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyen[ent] riche	pauvre	
Haricot coco précoce	avril à mai	juillet à août	20 à 50	60 à 100	100 à 120	0
Haricot coco tardif	juin à juillet	août à sept.	20 à 30	50 à 80	80 à 100	0

1) voir p. 42

Eviter les apports de matière organique fraîche (lisier, fumier) avant les semis car ils peuvent développer des maladies du pied (fusarioses) et ont un effet attractif pour la mouche des semis.
La localisation d'un engrais starter (N/P : 100 kg/ha environ) au semis permet d'obtenir un démarrage rapide de la culture.

Une culture qui restitue la moitié de l'azote absorbé (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Haricot Coco	10 t/ha	65	85	150

P & K (voir seuils p. 44-45) :

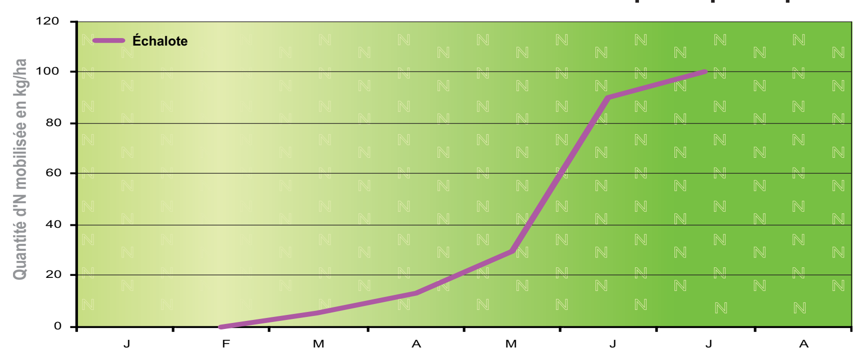
- Sauf en sol pauvre, l'apport de P, en plus du starter, est déconseillé.
- Sauf en cas de sol pauvre, l'apport de K doit s'effectuer prioritairement sur d'autres cultures de la rotation (chou, artichaut...).
  En cas d'apport, éviter les formes chlorure plus salines.



L'échalote et l'oignon rosé

Sur ces cultures, tout excès de fertilisation azotée, favorise les maladies foliaires et peut limiter la conservation du produit.

L'échalote valorise les fournitures du sol stimulées par le plastique au sol



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1] riche	moyen[ent] riche	pauvre	Apport en cours de culture
Système « légumes » ou « légumes avec céréales »						
Echalote / Oignon avec paillage plastique	fév. à avril	juil. à août	0 à 20	40 à 60	60 à 80	0
Système endivier ou sol très pauvre en MO (< 2%)						
Echalote / Oignon avec paillage plastique	fév. à avril	juil. à août	20 à 40	50 à 70	70 à 100	0

1) voir p. 42

Pour une plantation précoce sur janvier - début février, possibilité d'apporter 20 unités après un précédent riche (sol froid minéralisant peu).
Les apports de matière organique fraîche (lisier, fumier) sont déconseillés de manière générale avant la mise en place car ils peuvent favoriser les maladies.

Semis et plantation d'oignon ou d'échalote sans plastique :
Dans ce cas, la fertilisation doit être fractionnée en un ou deux apports en cours de culture (sur avril-mai) selon le résultat de l'analyse du reliquat azoté.

Une culture qui exporte 90 % de l'azote absorbé (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Échalote et oignon rosé	40 t /ha	92	8	100

P & K (**voir seuils p. 44-45**) :
- P : L'apport est utile seulement en sol pauvre. Dans ce cas, il doit se réaliser après labour sur la base de 50 à 80 kg/ha.
- K : L'apport est inutile en sol riche ou bien pourvu, surtout après des précédents chou. En sol pauvre, un apport de 200 à 250 kg/ha est conseillé.

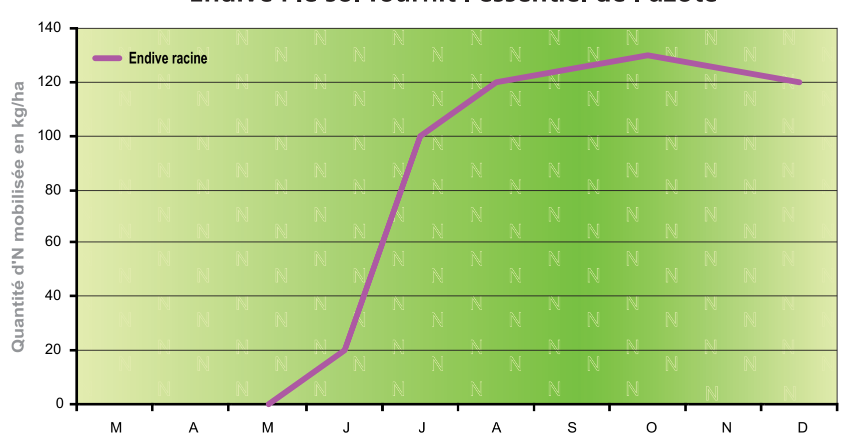


L'apport d'azote est déconseillé. L'apport de potasse (patentkali) est à effectuer en fonction de la teneur du sol.

L'endive racine

La fertilisation azotée est volontairement très limitée pour réduire les risques parasitaires au cours du forçage de la racine.

Endive : le sol fournit l'essentiel de l'azote



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (système endivier ou sol pauvre en MO <2%)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyen[ent] riche	pauvre	
Endive racine	mai	nov. à mars	non conseillé	0 à 30	0 à 40	0

1) voir p. 42

Le chiffre haut de la fourchette peut être utilisé pour certaines variétés.
L'apport azoté peut éventuellement être fractionné.

Une culture précédent pauvre

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Endive racine	25 t /ha exportées	85	45	130

P & K (voir seuils p. 44-45) :
Les compensations des exportations en phosphore et potasse doivent être faites prioritairement sur les autres cultures de la rotation.

A la culture, apports éventuels :

- **P** : en sol pauvre, un apport de 60 kg/ha de P_2O_5 est conseillé.
- **K** : en sol pauvre un apport de 100 kg/ha de K_2O est conseillé.

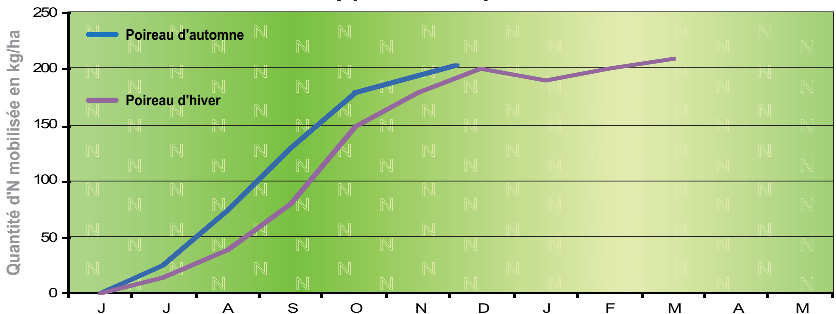
En sol bien pourvu : aucun apport.



Le poireau

Le poireau est une culture à cycle long qui bénéficie de manière importante des fournitures naturelles du sol. Les besoins en azote sont surtout concentrés sur l'automne. Il est donc conseillé de modérer les apports à la plantation et de fractionner au maximum la fertilisation.

Poireau : le sol apporte une part de l'azote absorbé



Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyen^ent riche	pauvre	
Système légumes exclusifs ou légumes avec 20 % de céréales						
Poireau été	mars/avril	août/oct.	60/100	100/120	120/150	0
Poireau automne	mai/juin	nov./déc.	0/40	40/50	50/70	+50*
Poireau hiver	juin/juil.	janv./avril	0/40	40/50	50/70	+2 x 50*
Système endivier ou sol pauvre en MO (< 2%)						
Poireau été	mars/avril	août/oct.	80/110	110/140	140/170	0
Poireau automne	mai/juin	nov./déc.	40/60	60/80	80/90	+50*
Poireau hiver	juin/juil.	janv./avril	0/40	40/70	70/90	+2 x 50*

1) voir p. 42

** Les apports en cours de culture sont à faire en fonction des reliquats ou des conseils. En cas d'année exceptionnellement humide, un ré-apport de 50 kg/ha supplémentaires peut être envisagé.*

Après un précédent riche (chou d'hiver), un apport de fumier de bovin ou de compost suffit à la plantation. Ces apports assurent également la fourniture des besoins en P et K de la culture.

Les restitutions azotées du poireau sont très faibles. Il est considéré comme un précédent pauvre, sauf s'il y a épandage des épluchures de feuilles au champ (1 ha de poireau produit environ 12 tonnes d'épluchures soit près de 60 kg d'N dont 20 kg efficaces sur une culture de printemps).

Une culture qui exporte la quasi totalité des mobilisations (en kg/ha)

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
Poireau d'hiver	50 t	165	5	170

P & K (voir seuils p. 44-45) :
- P : apport minéral généralement inutile sauf en cas de sol pauvre.
- K : apport minéral généralement pas nécessaire sauf en cas de sol pauvre. Réserver cet apport minéral avant les cultures plus exigeantes (pomme de terre, céleri, chou...) de la rotation.

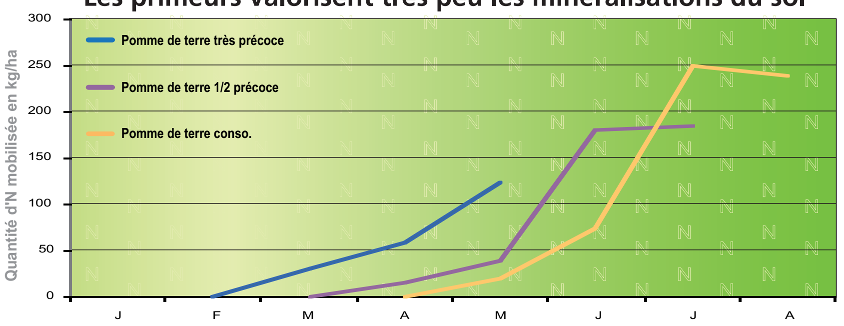


Les apports de matière organique fraîche sont déconseillés avant pomme de terre pour des raisons sanitaires.

Pour les pommes de terre très précoces, les mobilisations sont relativement faibles mais l'azote doit être disponible rapidement.

Pour la pomme de terre de consommation, les mobilisations sont plus importantes mais sont mieux couvertes par les fournitures naturelles du sol.





Azote à apporter à la culture en fonction du précédent (en kg/ha)

Cultures	Dates de mises en place	Dates de récolte	Azote efficace à apporter à la mise en place selon le précédent[1]			Apport en cours de culture
			riche	moyen^ent^ riche	pauvre	
Système légumes exclusifs ou légumes avec 20 % de céréales						
PdT très précoce	fév./mars	mai	70/90	90/100	100/130	0
PdT 1/2 précoce	mars/avril	juin/juil.	100/130	130/140	140/170	0
PdT conso.	mai	août/sept.	80/100	100/130	130/160	0
Système endivier ou sol pauvre en MO (< 2%)						
PdT très précoce	fév./mars	mai	70/90	90/110	110/140	0
PdT 1/2 précoce	mars/avril	juin/juil.	110/140	140/150	150/180	0
PdT consommation	mai	août/sept.	90/120	120/150	150/180	0

1) voir p. 42

Les chiffres haut de la fourchette peuvent être utilisés en cas de plantation très précoce ou en cas de rendement régulièrement supérieur aux références.

Des réductions de doses sont possibles en cas de localisation de l'engrais (- 30 %).

Une culture qui restitue 1/3 de l'azote mobilisé

	Tonnage moyen	Exportations	Restitutions	Mobilisations
P de T précoce	25	70	55	125
P de T 1/2 précoce	35	115	70	185
P de T consommation	50	175	75	250

La pomme de terre est considérée, comme un précédent moyennement riche si la culture suivante est implantée en été, ou comme un précédent pauvre si la culture suivante est implantée au printemps suivant.

P & K (voir seuils p. 44-45) : Les apports de phosphore sont rarement nécessaires sauf en sol pauvre. L'apport d'un "starter" en localisé pour les plantations précoces en sol froid permet un gain de précocité.

Pour la potasse, l'impasse est également possible en sol riche et après précédent riche. En cas de sol bien pourvu ou pauvre, l'apport de K est conseillé sur cette tête de rotation.



Apporter un engrais complet organique en localisé sur la base minimale de 50 kg/ha d'N total. A renforcer après précédents pauvres.

Comment remplir son plan prévisionnel de fumure (PPF) azotée

(Pour les exploitations en cultures légumières avec ou sans céréales)

Prévisionnel : dose d'azote nécessaire et projet de fumure par parcelle

Le PPF doit être réalisé avant le 31 mars de chaque année.

Parcelle ou groupe de parcelles en situation comparable (nom, N°)	Surface (ha)	Culture prévue y compris prairie	Rendement prévu	Précédent cultural et CIPAN	Reliquat sortie hiver prévisionnel
1re étape SPE -> SNE ->		2e étape		3e étape	
SPE -> SNE ->					

Total des parcelles de la page		ha SAU
		ha développé

*SPE : Surface Potentiellement Épendable

*SNE : Surface Non Épandable

1re étape

Avoir une liste exhaustive de toutes les parcelles SAU regroupées par îlot cultural. Pour chaque îlot, vous devez avoir la liste des parcelles cadastrales. Diviser si besoin chaque îlot en parties épandables (SPE) et non épandables (SNE) (voir plan d'épandage s'il en existe un ou retrancher les 50 m en bord de ruisseau) avec leurs surfaces respectives.

Si certains de vos îlots ont des taux de MO très faibles (inférieur à 2%) ou s'ils sont en système endivier depuis longtemps, les classer spécifiquement.

2e étape

Faire un prévisionnel des cultures à implanter dans l'exercice sur chaque îlot. Attention il peut y avoir deux cultures (ex : orge/chou). Prévoyez dans ce cas deux lignes avec les mêmes références îlot. Il est admis, en cultures légumières, de ne pas mettre le rendement. S'il vous faut en mettre un, nous vous conseillons d'inscrire les rendements de référence (cf. tableau p. 43).

3e étape

Noter la culture précédente en la classant riche/moyennement riche/pauvre et/ou l'inter-culture (vide ou CIPAN).

4e étape

Avec le tableau "valeurs indicatives" (voir p. 36 à 39) mettre les chiffres d'une fourchette choisie (exemple : 0/40). **Attention au choix entre les 2 tableaux.** Il dépend du système et donc de l'historique des parcelles.

Une campagne se déroule du 1er septembre au 31 août de l'année suivante.
Le chou fleur planté tardivement (début septembre) est considéré comme faisant partie de la campagne précédente.

Dose d'azote à apporter par ha*	Fumure organique prévue				Complément de fumure minérale à prévoir	Correctif reliquat azote sortie hiver	Culture ou CIPAN suivant
	Type et teneur en azote total	Quantité m^3 ou t par ha + période envisagée	Apport azote total par ha	Azote efficace par ha	+ période envisagée		
4e étape (a)	5e étape	6e étape	7e étape	X coefficient efficacité 8e étape (b)	(a-b) 9e étape		
(a)				X coefficient efficacité (b)	(a-b)		

10e étape Fertilisants organiques de la page		

*** indiquez ici la méthode utilisée pour le calcul de la dose d'azote**

5e étape
Mettre le type de déjections avec sa teneur en N total (à la tonne).

6e étape
Mettre la quantité en t/ha. Attention ne prendre en compte que les surfaces épandables.

7e étape
L'apport total d'N/ha est le produit de la multiplication de la teneur par la dose.

8e étape :
L'azote efficace se calcule en multipliant la dose d'azote organique total/ha apportée par son coefficient d'efficacité (voir p. 40 et 41).

9e étape
Mettre les compléments prévisionnels minéraux pour les cultures d'hiver (voir p. 36 à 39) et vérifier que la dose totale ne dépasse pas les valeurs recommandées. Si c'est le cas, ajuster la dose de déjections ou d'engrais à apporter.

10e étape
Vous devez récapituler les quantités de déjections ainsi apportées en prévisionnel sur votre exploitation et vérifier si la somme de l'N total est bien inférieur à 170 kg/ha de moyenne sur la SAU épandable de l'exploitation (sauf cas particulier).

Valeurs indicatives des fertilisations azotées

CAS GÉNÉRAL : système légumes exclusif ou légumes

Nom culture	Date de plantation	Date de récolte
Drageon	mars/mai	sept/nov
Artichaut 2e année		juin/août
Artichaut 3e année		mai/juin
Brocoli de printemps	mars/avril	mai/août
Brocoli d'automne	mai/août	sept/nov
Céleri rave d'automne	mai	novembre
Chou-fleur d'été	mars/avril	juil/sept
Chou pommé	juillet/août	déc/mars
Chou-fleur d'automne	juillet	oct/dec
Chou-fleur d'hiver	juil/août	janv/fev
Chou-fleur tardif	août	mars/mai
Carotte petite	mars/mai	juil/août
Carotte d'automne	mai/juin	oct/dec
Courgette d'automne	juillet	sept/oct
Echalote	fev/avril	juillet/août
Endive	mai/juin	oct/dec
Haricot coco	mai/juil	juil/sept
Haricot vert	mai/juil	juil/sept
Fenouil	mai/juil	sept/nov
Laitue de printemps	fev/avril	mai/juin
Laitue d'été et d'automne	mai/août	juil/octo
Oignon d'automne	sept	juin
Oignon rosé	mars/avril	juillet/août
P de T très précoce	fev/mars	mai
P de T demi précoce	avril	juin
P de T consommation	mai/juin	août/oct
P de T plant	avril/mai	juillet/sept
Poireau d'été	avril	août/oct
Poireau d'automne	juin/juillet	nov/dec
Poireau d'hiver	juin/juillet	janv/avril

En prévisionnel (PPF), il faut prendre en compte le chiffre d'une des colonnes "azote efficace" selon la nature du précédent et le chiffre de la colonne d'apport minéral complémentaire.

1 - Le haut de la fourchette peut être utilisé ou dépassé en cas de plantation plus précoce, d'apports rares d'amendements ou engrais organiques, de rendements largement supérieurs aux moyennes.

à apporter en fonction des précédents

avec 20 % de céréales (mixtes)

Azote efficace à apporter à la mise en place de la culture selon la nature du précédent en kg N/ha[1]			Apport minéral complémentaire en cours de culture en kg N/ha[2]
PRÉCÉDENT RICHE	PRÉCÉDENT MOYENNEMENT RICHE	PRÉCÉDENT PAUVRE	
20/50	50/70	70/100	0
			60/100
			80/120
50/100	100/130	130/150	0
0/40	50/80	100/110	0
0	0/20	20/40	50
50/100	100/130	130/150	0
0/40	40/50	50/80	50
0/40	40/90	100/120	0
0/40	40/80	80/100	50
0/40	40/50	50/80	2 fois 50
20/30	30/40	40/70	0
0/30	30/50	50/80	50 si tardif
0	40/60	60/90	0
0/20	40/60	60/80	0
0/20	0/30	0/40	0
20/50	50/90	90/100	0
20/50	50/80	80/110	0
0/30	30/70	70/90	0
70/90	90/100	100/100	0
0/30	30/50	50/70	0
0	0	0	2 fois 50
0	0/40	40/60	0
70/90[3]	90/100[3]	100/130[3]	0
100/130[3]	130/140[3]	140/170[3]	0
80/100[3]	100/130[3]	130/160[3]	0
40/70	70/100	100/110	0
60/100	100/120	120/150	0
0/40	40/50	50/70	50
0/40	40/50	50/70	2 fois 50

2 - Les apports en cours de culture se réalisent en fonction des avertissements des réseaux (Equiterre, Fertiprim, Fertijuste).

3 - Réduction de la dose de 30 % si fertilisation localisée.

Valeurs indicatives des fertilisations azotées

CAS PARTICULIER : système endivier ou sol très pauvre

Nom culture	Date de plantation	Date de récolte
Drageon	mars/mai	sept/nov
Artichaut 2e année		juin/août
Artichaut 3e année		mai/juin
Brocoli de printemps	mars/mai	mai/août
Brocoli d'automne	juin/août	sept/nov
Céleri rave d'automne	mai	novembre
Chou-fleur d'été	avril/juin	juil/sept
Chou pomme	juillet	déc/mars
Chou-fleur d'automne	juillet	octo/dec
Chou-fleur d'hiver	juil/août	janv/fev
Chou-fleur tardif	août	mars/mai
Carotte petite	mars/mai	juil/août
Carotte d'automne/hiver	mai/juin	octo/dec
Courgette d'automne	juillet	sept/octo
Echalote	fev/avril	juillet/août
Endive	mai/juin	octo/dec
Haricot coco	mai/juil	juil/sept
Haricot vert	mai/juil	juil/sept
Fenouil	mai/juil	sept/nov
Laitue de printemps	fev/avril	mai/juin
Laitue été d'automne	mai/août	juil/octo
Oignon d'automne	sept	juin
Oignon rosé	mars/avril	juillet/août
P de T très précoce	fev/mars	mai
P de T demi précoce	avril	juin
P de T consommation	mai/juin	août/octo
P de T plant	avril/mai	juillet/sept
Poireau été	avril	août/octo
Poireau d'automne	juin/juillet	nov/dec
Poireau d'hiver	juin/juillet	janv/avril

CAS PART

En prévisionnel (PPF), il faut prendre en compte le chiffre d'une des colonnes "azote efficace" selon la nature du précédent et le chiffre de la colonne d'apport minéral complémentaire.

1 - Le haut de la fourchette peut être utilisé ou dépassé en cas de plantation plus précoce, d'apports rares d'amendements ou engrais organiques, de rendements largement supérieurs aux moyennes.

à apporter en fonction des précédents

en MO<2 % ***ou sol ayant reçu un flux organique faible depuis de nombreuses années.***

Azote efficace à apporter à la mise en place de la culture selon la nature du précédent en kg N/ha[1]			Dose d'apport minéral complémentaire en cours de culture[2]
PRÉCÉDENT RICHE	PRÉCÉDENT MOYENNEMENT RICHE	PRÉCÉDENT PAUVRE	
50	50/70	70/110	0
			80/110
			90/120
60/110	120/140	140/160	0
20/60	60/100	100/120	0
0/20	20/40	40/60	50
70/120	120/150	150/170	0
0/40	40/60	60/90	50
30/60	60/100	100/130	0
30/60	60/100	100/120	50
0/50	50/70	70/100	2 fois 50
20/40	40/60	60/90	0
20/40	40/60	60/90	50 si tardif
20/40	40/80	80/110	0
20/40	50/70	70/100	0
0/20	0/30	0/40	0
20/50	60/100	100/120	0
20/50	60/90	90/120	0
40/50	50/80	80/100	0
80/90	90/100	100/120	0
0/30	30/60	60/80	0
0	0	0	2 fois 50
0/30	30/60	60/80	0
70/90[3]	90/110[3]	110/140[3]	0
110/140[3]	140/150[3]	150/180[3]	0
90/120[3]	120/150[3]	150/180[3]	0
50/70	70/100	100/120	0
80/110	110/140	140/170	0
40/60	60/80	80/90	50
0/40	40/70	70/90	2 fois 50

2 - Les apports en cours de culture se réalisent en fonction des avertissements des réseaux (Equiterre, Fertiprim, Fertijuste).

3 - Réduction de la dose de 30 % si fertilisation localisée.

APPORTS ORGANIQUES : coefficient d'équivalence

Nature du produit et type selon directive nitrate III[1]		Céréales		Maïs drageon	Co
Période d'apport		Automne	Printemps	Printemps	Fin été
Type I	**Fumier de bovin**	0,1		0,25	0,2
Type I	**Compost de fumier de bovin** moins de 4 mois	0,05		0,1	0,1
Type II	**Lisier de bovin**			0,5	0,45
Type II	**Lisier de veau**		0,6	0,7	0,65
Type II	**Lisier de porc**		0,6	0,7	0,65
Type I	**Fumier de porc** et **compost de LP "Guernévez"** de moins de 6 mois	0,2		0,45	0,35
Type I	**Compost de FP** de 6 à 10 mois et **compost de LP "Guernévez"** de 6 à 10 mois compost de LP + DV de 6 à 10 mois et refus de tamis composté : (issus de centrif. du LP) : C/N > 8	0,1		0,25	0,2
Type I	**Vieux compost de FP** de plus de 10 mois et **vieux compost LP "Guernévez"** de plus 10 mois et vieux compost de LP + DV de plus 10 mois	0,05		0,1	0,1
Type I B	**Fumier de volaille de moins de 4 mois** et compost de litière de sciure de moins 6 mois		0,45*	0,65	0,55
Type I B	**Fumier de volaille de plus de 4 mois**			0,45	0,35
Type II	Fiente de poule humide < 65 % MS			0,65	0,55
Type I B	Fiente de poule sèche > 65 % MS	A	0,45*	0,65	0,55
Type I B	Compost de litière de volaille. avec paille de moins de 6 mois et compost de litière de volaille. avec sciure de plus de 6 mois			0,45	0,35
Type I	Compost de litière de volaille. avec paille de 6 à 10 mois et vieux compost de litière de volaille. avec sciure de plus de 10 mois.	0,1		0,25	0,2
Type I	Vieux compost de litière de volaille. avec paille de plus de 10 mois	0,05		0,1	0,1
Type II	Lisier canard (10-15 % MS)		0,5*	0,65	0,65
Type II	Lisier de lapin			0,6	0,5
Type I	Fumier de mouton, caprin, cheval	0,1		0,25	0,2
Type II	Boues issues du traitement de l'eau (coef. variable) type moyen			0,5	0,45
Type I	Compost de boue avec DV de 4 à 10 mois (coef. variable) type moyen	0,1		0,25	0,2
Type I	Vieux compost de boue avec DV de plus 10 mois	0,05		0,1	0,1
Type I	Compost : urbain ou de déchet vert	0,05		0,1	0,1

__DV__ = Déchet Vert __LP__ = Lisier de Porc __FP__ = Fumier de Porc
1 - Nom de produit en caractères gras : références aux champs validées en Bretagne
Nom du produit en caractères normaux : références estimées.
A - Morbihan : si plus de 80 % de MS : type III

engrais N (effet direct) selon les cultures

lza	Prairies	Épinards		Haricots	PDT hors primeur	Choux Poireaux automne & hiver	Cultures légumières à cycle court (PDT primeur, brocoli…) implantées au	
Printemps	Printemps	Printemps	Été	Printemps	Printemps	Été	Printemps	Été
	0,1	0,2	0,2	0,2	0,25	0,2	0,1	0,2
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1
	0,55	0,4	0,45	0,45	0,45	0,45	0,4	0,45
0,6	0,65	0,6	0,65	0,6	0,65	0,7	0,6	0,7
0,6	0,65	0,6	0,65	0,6	0,65	0,7	0,6	0,7
	0,4	0,3	0,35	0,3	0,55	0,4	0,3	0,4
	0,1	0,2	0,2	0,2	0,25	0,2	0,1	0,2
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1
0,45*		0,5	0,55	0,5	0,55	0,55	0,45	0,55
			0,35	0,3	0,4	0,35	0,3	0,35
		0,5	0,55	0,5	0,55	0,55	0,45	0,55
		0,5	0,55	0,5	0,55	0,55	0,45	0,55
	0,4	0,3	0,35	0,3	0,55	0,4	0,3	0,4
	0,1	0,2	0,2	0,2	0,25	0,2	0,1	0,2
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1
0,5*		0,6	0,65	0,6	0,65	0,65	0,5	0,6
	0,6	0,4	0,45	0,55	0,6	0,5	0,4	0,5
	0,1	0,2	0,2	0,2	0,25	0,2	0,1	0,2
	0,55	0,4	0,45	0,45	0,45			
	0,1	0,2	0,2	0,2	0,25			
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1

** Attention : Produits non incorporés. Perd de l'N par dégagements gazeux et solubilisation pouvant être difficile.*

Utilisation interdite réglementairement.
Utilisation déconseillée agronomiquement ou pratiquement.
Réglementation boue à prendre en compte.

Classification des cultures en fonction de leur effet précédent azoté

Précédents pauvres	Précédents moyennement riches	Précédents riches
• **Céréales** • **Couvert végétal** (CIPAN) après céréales • **Ray-grass** annuel fauché • **Sol nu** l'hiver • **Oignon - poireau** • **Échalote** (sans plastique) • **Endive et céleri** • **Salade** • **Pomme de terre** (récoltée en septembre) • **Chou pommé** (fort taux de récolte) • **Drageon**	• **Pomme de terre** (récoltée en mai ou juin) • **Choux et brocoli** (récoltés à l'automne précédent) • **Artichaut** de 2 ans et plus. • **Carotte** (venant juste avant la nouvelle culture) • **Épinard et pois** (venant juste avant la nouvelle culture) • **Chou pommé** (faible taux de récolte) • **Couvert végétal** (CIPAN) après précédent riche • **Échalote** (avec plastique)[2]	• **Pâture**[1] de 3 ans et plus. • **Chou-fleur** d'hiver • **Haricot** (venant juste avant la culture) • **Brocoli et chou-fleur** récoltés au printemps

1 - Après une pâture de plus de 3 ans, la culture suivante ne doit pas être fertilisée. Pour les contributions en 2e année, voir grille "céréales".

2 - Ne pas confondre effet précédent dû à la décomposition de la matière fraîche laissée sur le sol et reliquat fin de culture. L'échalote avec plastique, est un précédent pauvre, mais nous observons des reliquats souvent élevés à la récolte. Ils devront être pris en compte pour les cultures suivantes comme le chou venant de suite après.

Plus la masse de déchet de récolte (ou du CIPAN) sous forme de feuilles vertes sera importante, plus l'effet "riche" se fera sentir sur la culture suivante.

Si deux cultures sont séparées par une période hivernale, génératrice de lessivage et de réorganisation, un précédent classé riche deviendra moyennement riche, et un précédent moyennement riche deviendra pauvre.

Les engrais verts à base de légumineuses peuvent apporter plus de 200 kg N total/ha (dont 30 % efficace).



Les CIPAN : des cultures précédents pauvres ou moyennement riches selon leur développement et leur précédent.

Mobilisations, exportations, restitutions des cultures légumières

Culture	Exportations commercialisées /ha	Unités	Exportation en Kg/ha			Restitution en Kg/ha			Mobilisation en Kg/ha		
			N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Artichaut Camus année 1	8	t	36	10	48	84	15	162	120	25	210
Artichaut Camus année 2	12	t	54	14	72	96	16	198	150	30	270
Artichaut Camus année 3 et +	12	t	54	14	72	111	19	228	165	33	300
Artichaut Castel année 1	15	1000 têtes	41	11	54	79	14	156	120	25	210
Artichaut Castel année 2	24	1000 têtes	65	17	85	85	8	185	150	25	270
Artichaut Violet année 1	40	1000 têtes	20	7	35	90	23	165	110	30	200
Artichaut Violet année 2	45	1000 têtes	25	8	40	100	27	160	125	35	200
Brocoli marché de frais (coupé 17 cm)	11	t	50	17	50	140	48	250	190	65	300
Carotte jeune	40	t	45	25	155	65	25	195	110	50	350
Carotte de sable (65 t export. pour 100 t produites)	65	t	80	37	140	80	23	110	160	60	250
Céleri rave (50 t com, 58 t export.)	50	t	100	70	290	60	15	120	160	85	410
Chicoré frisée et Scarole d'automne	35	t	115	35	200	25	5	60	140	40	260
Chioggia	32	t	70	25	120	50	15	140	120	40	260
Chou fleur pépinière (90% arraché)	45	1000 plants	76	27	140	9	3	15	85	30	155
Chou fleur d'été et d'automne couronné	13	1000 têtes	60	25	90	150	55	190	210	80	280
Chou fleur d'été et d'automne industrie	13	1000 têtes	45	17	60	165	63	220	210	80	280
Chou fleur d'hiver et tardif couronné	11	1000 têtes	87	30	96	233	70	304	320	100	400
Chou fleur d'hiver et tardif industrie	11	1000 têtes	59	20	65	261	80	335	320	100	400
Choux milan ou vert	17	1000 têtes	115	15	95	105	15	115	220	30	210
Coco de Paimpol	10	t	65	16	65	85	34	115	150	50	180
Courgette d'automne	35	t	75	35	100	110	55	170	185	90	270
Echalote (et oignon rosé)	40	t	92	45	132	8	5	18	100	50	150
Endive racine (25 t expor, 20 t forçables)	20	t	85	55	170	45	5	70	130	60	240
Fenouil d'été automne	22	t	40	20	120	120	15	220	160	35	340
Haricot vert extra fin	12	t	40	10	40	120	30	120	160	40	160
Laitue iceberg (5 plantes m^2)	45	1000 têtes	90	45	198	40	15	72	130	60	270
Laitue de plein champs	30	t	72	27	126	8	3	14	80	30	140
Navet	25	t	70	50	120	105	20	230	175	70	350
Oignon Japonais	50	t	130	47	160	20	7	20	150	54	180
Persil (4 coupes)	30	t	70	30	250	10	5	20	80	35	270
Petit pois (cosses + graines)	10	t	70	20	30	200	50	200	270	70	230
Poireau (50 t com, 62 t export)	50	t	165	40	240	5	5	10	170	45	250
Pomme de terre primeur (25 t com, 28 t export)	25	t	70	20	115	55	10	140	125	30	255
Pomme de terre demi prim (35 t com, 40 t export)	35	t	115	32	230	70	13	210	185	45	440
Pomme de terre de consommation	50	t	175	65	275	75	5	55	250	70	330
Radis	40	1000 bottes	50	40	80	20	5	20	60	45	100
Romanesco (couronné)	15	1000 têtes	70	25	80	130	45	220	200	70	300
Romanesco (industrie)	15	1000 têtes	45	15	40	155	55	260	200	70	300

P, K, Mg, oligo-éléments...



Les cultures légumières exportent peu de phosphore.

Le phosphore : les sols sont très riches.

Des milliers d'analyses nous montrent que plus de 70 % des parcelles légumières ont des teneurs très élevées et seulement 5 % ont des teneurs faibles.

Sauf carence (voir analyse) et sauf cas particulier d'un effet starter recherché sur des cultures très précoces, tout apport de P_2O_5 minéral en plus du P contenu dans les déjections et composts est inutile.

Un apport régulier (tous les 2 à 3 ans) de compost ou déjections suffit à couvrir les besoins de l'ensemble de la rotation.

En cas d'apport régulier, 100 % du P contenu dans ces produits organiques est efficace.

Dans les sols ayant des teneurs excessives, éviter d'utiliser les déjections trop riches en P (issues de centrifugation du lisier de porc, fumier de volaille).

Le potassium : compenser les exportations des cultures.

L'apport de potasse doit se raisonner sur la rotation. Il importe de compenser la somme des exportations des cultures. Ces exportations doivent être minorées ou majorées selon un coefficient qui dépend de la teneur en K du sol (voir p. 45).

L'apport, s'il a lieu, est conseillé sur les cultures exigeantes : artichaut, P de T, choux, carotte...

Il importe de tenir compte du potassium des déjections et composts. Leur solubilité est proche de celles des engrais minéraux.

Les formes chlorures et sulfates ont la même solubilité. Le chlorure peut provoquer des blocages par excès de salinité en cultures sous abri, ou en cas de cultures très sensibles (salades...).

La magnésie : apport selon l'analyse.

En sol à pH élevé, utiliser, en cas d'apport, du sulfate de magnésie. Dans le cas contraire, la chaux magnésienne est recommandée.

Le pH. : attention au sur-chaulage !

En zone légumière, le pH optimum est compris entre 6,8 et 7,2. Au dessus de 7,5, des risques de blocage d'oligo-éléments existent.

Les oligo-éléments : surveiller le manganèse (Mn).

Les carences les plus couramment rencontrées en culture sont liées au manganèse, en sol à pH élevé (artichaut, orge).

Des risques de carence en bore existent en cas de pH élevé sur céleri rave, betterave rouge voire carotte. Depuis plus de 30 ans, aucune carence n'a été observée en Bretagne sur chou.

Phosphore (P_2O_5)

Appréciation	Dyer	Joret Hébert	Olsen	Conseils en zone légumière
Très riche	supérieur à 400 mg/kg	supérieur à 250 mg/kg	supérieur à 120 mg/kg	Impasses vivement conseillées.
Riche	de 300 à 400 mg/kg	de 200 à 250 mg/kg	de 80 à 120 mg/kg	Réduction des apports à 0,5 fois les exportations des cultures.
Bien pourvu	de 200 à 300 mg/kg	de 150 à 200 mg/kg	de 70 à 80 mg/kg	Apports correspondant aux exportations des cultures (les préférer sous forme organique)
Pauvre	inférieur à 200 mg/kg	inférieur à 150 mg/kg	inférieur à 70 mg/kg	Renforcer les apports à 1,5 fois les exportations par des amendements organiques riches (compost de lisier de porc ou de fumier de volaille…) ou par des engrais solubles.

Potassium (K_2O)

Appréciation	Teneur	Conseils en zone légumière
Très riche	supérieur à 400 mg/kg	Impasses vivement conseillées.
Riche	de 300 à 400 mg/kg	Réduction des apports à 0,5 fois les exportations des cultures.
Bien pourvu	de 200 à 300 mg/kg	Apports correspondant aux exportations des cultures.
Pauvre	inférieur à 200 mg/kg	Renforcer les apports à 1,5 fois les exportations des cultures.

Magnésium (MgO)

Appréciation	Teneur	Conseils en zone légumière
Riche	supérieur à 150 mg/kg	Impasse préconisée quel que soit le rapport K_2O/MgO.
Bien pourvu	de 100 à 150 mg/kg	Si rapport $K_2O/MgO > 3$, baisser en priorité votre fertilisation potassique.
Pauvre	inférieur à 100 mg/kg	Apport obligatoire surtout si $K_2O/MgO > 3$.



La fertilisation du plant de chou-fleur

Deux méthodes principales de production à la ferme :

A l'arrachis

- **N** : Pas d'apport après précédent riche (chou d'hiver), 50 kg/ha dans les autres cas.
- **P_2O_5** : Pas d'apport en cas de sol riche (supérieur à 200 mg/kg JH). En cas de sol normalement pourvu : 30 à 40 kg/ha.
- **K_2O** : Pas d'apport en cas de sol riche (supérieur à 400 mg/kg) et après précédent riche (chou d'hiver). En cas de sol normalement pourvu : 100 à 150 kg/ha.

En minimotte (sous grand tunnel froid)

Le terreau (spécial minimotte) est généralement enrichi avec de l'engrais soluble (type PG mix, TBF) à la dose de 0,5 à 1,5 kg/m^3. Il assure l'alimentation des jeunes plants jusqu'au stade 1 à 2 feuilles vraies du plant. Les terreaux bio sont enrichis avec de l'engrais organique (farine de corne..).

Plusieurs techniques de fertilisation en cours d'élevage du plant en minimotte sont envisageables :

- Soit l'utilisation d'engrais retard mélangé au terreau (Nutricote micro, Osmocote…). L'apport d'engrais organique peut remplacer ces engrais retard.
- Soit l'épandage d'engrais solubles en plein sur les plaques, suivi d'un arrosage. C'est une solution relativement facile à appliquer mais qui peut entraîner des hétérogénéités ou des brûlures.
- Soit la ferti-irrigation. Elle demande l'investissement d'un mélangeur et de préparer des solutions mère. L'équilibre 1/1 ou 1/2 en N et K donne de bons résultats. La dose totale d'engrais complet soluble varie, suivant l'arrosage, de 2 à 4 g/plaque en fonction des terreaux sur un cycle d'environ 35/40 jours.

Les différents types d'engrais utilisés :

- Nitrate de potasse ou ammonitrate dissout dans de l'eau tiède.
- Engrais complets solubles (Basaplant, Hakaphos, Soluveg…).
- Engrais liquides.
- Engrais organiques utilisés en bio (Solufeed, Derome, Duetto…).

Abréviations et lexique

MB = Matière Brute
MS = Matière Sèche
MO = Matière Organique en g/kg
N = Azote
P_2O_5 = Phosphore
K_2O = Potassium
MgO = Magnésie
NH_{4+} = Ammoniaque
NO_{3-} = Nitrate
P : Abréviation dans ce document de P_2O_5
K : Abréviation dans ce document de K_2O
Unité = kg d'un élément fertilisant à l'ha
OM : Ordure Ménagère
FB = Fumier de Bovin
CIPAN : Culture Intermédiaire Piège À Nitrates
SAU : Surface Agricole Utile

Lessivage ou lixiviation = action d'entraîner des éléments par l'eau de pluie à travers le profil et qui sont donc perdus pour la culture.

Lame drainante : Eau qui traverse le profil de sol durant la période hivernale.

Mobilisations : Éléments fertilisants absorbés par la culture tout au long de son cycle.

Exportations : Éléments nutritifs qui sortent de la parcelle sous forme de têtes ou de feuilles pour être livrés au dépôt.

Restitutions : éléments nutritifs laissés au sol dans les déchets de feuilles après la coupe.

CATE : Comité d'Action Technique et Économique
CA : Chambres d'Agriculture
CERAFEL : Comité Economique Régional des Fruits et Légumes de Bretagne.
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
CTIFL : Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes

Les unités

1 mg/kg = 0,001 g/kg = 1 ppm (partie par million)
1 g/kg = 1 kg/t = 1 ‰
1 meq/100 g (milli équivalent pour 100 g) = 10 meq/kg

Les coefficients multiplicateurs pour passer d'une forme chimique à une autre

N x 4,429 = NO_3 mg/kg et NO_3 x 0,23 = N
N x 1,288 = NH_4 mg/kg et NH_4 x 0,776 = N mg/kg

Quelques correspondances

Quantité d'azote lessivée en hiver et concentration de l'eau en nitrates à cette profondeur.

Si azote lessivé en kg/ha	Et lame drainante en mm	Concentration de l'eau en nitrates en mg/l
50	250	88
50	500	44
50	1000	22

Document réalisé par les Chambres d'Agriculture de Bretagne

Chambre d'Agriculture des Côtes d'Armor
SYNTEC • Le Glazic
22740 Pleumeur-Gautier • tél : 02 96 22 19 30

Chambre d'Agriculture d'Ille-et-Vilaine
Commission technique de Terres de St-Malo
Le Pont-Robin La Gouesniere • BP 6
35350 St-Méloir-des-Ondes • tél : 02 99 89 10 93

Chambre d'Agriculture du Finistère
Antenne St-Pol • Kergompez
29250 St-Pol-de-Léon • tél : 02 98 69 17 46

Chambre d'Agriculture du Morbihan
Station Expérimentale de Bretagne Sud
Route du Bono • Kerplouz
56400 Auray • tél : 02 97 46 30 80

Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne
Rond-Point Maurice Le Lannou • CS 14223
35042 Rennes Cedex • tél : 02 23 48 27 80

Les références proviennent des réseaux expérimentaux
des Chambres d'agriculture de Bretagne
et des stations expérimentales légumières
"CATE, SECL, SEBS, CER Rimbaudais"
pilotées par le CERAFEL.



Ces références sont issues d'études et de travaux expérimentaux réalisés avec l'appui financier de :
Conseil Régional de Bretagne,
Conseils Généraux du Finistère, des Côtes d'Armor et d'Ille-et-Vilaine,
de l'État, du CASDAR et de l'Europe.